



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL: REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

AUTORS: ESTELLER DEUDERO, VICTOR

DATA DE PRESENTACIÓ: JULIOL, 2017

COGNOMS:

NOM:

TITULACIÓ:

PLA:

DIRECTOR:

DEPARTAMENT:

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☐ **Sí** ☐ **No**

RESUM

Aquest projecte tracta sobre la construcció i la fabricació d'un drone amb l'objectiu d'ajudar a la reforestació de la vegetació més abundant a Catalunya.

Es parteix de la base de que treballo en una empresa de disseny i fabricació de drones i ens ha arribat la comanda de dissenyar uns prototips d'un quadracópter amb la finalitat d'ajudar a la reforestació. Les parts elèctriques i electròniques com els motors, placa base, etc, són estàndard de l'empresa. El meu objectiu serà dissenyar un drone amb un mecanisme addicional capaç d'ajudar a reforestar en llocs de molt difícil accés per a tractors o maquinaria de plantació.

Aquesta projecte esta dividit en quatre blocs.

El primer es centrarà en la recerca d'informació, l'estudi de mercat , en la investigació de sistemes per a la reforestació, la vegetació més abundant a Catalunya, en els tipus de drones i el seu funcionament, els materials més utilitzats, etc. A més es farà un briefing per conèixer millor les necessitats dels usuaris als que va dirigir aquest producte i així poder encaminar el meu projecte.

El segon bloc tractarà sobre la part de disseny. S'estudiarà el problema i a partir d'esbossos s'arribarà al disseny inicial. Seguidament es millorarà el producte utilitzant les tècniques apreses durant tot el curs per arribar al nostre disseny final. Definiré els materials a utilitzar i els components electrònics ideals per el drone. Tot això quedarà demostrat al apartat de càlculs demostratius.

Al tercer bloc veurem les normatives a tindre en compte per a la fabricació d'aquestes aeronaus i el cost de la fabricació del producte. A més veurem el pressupost general amb el timming d'aquest projecte.

I per últim, l'últim bloc serà el dedicat a fer el prototip. S'intentarà imprimir les peces en 3D i la part del xassís amb fibra de carboni per a la construcció del drone.

Paraules clau (màxim 10):

Drone	Diseño	Robòtica	Reforestació
Fabricació	Llavors	Pi	Muntanya
Quadracópter			

ABSTRACT

This project is the construction and manufacture of a drone in order to help the reforestation of the abundant vegetation in Catalonia.

It assumes that a company working on design and manufacture of Drones and we have received the order to design a quadracópter order to help reforestation. Electrical and electronic parts such as motors, motherboard, etc., are standard business. My goal is to design a drone with an additional mechanism able to help reforest in places of difficult access for tractors and planting machinery.

This report is divided into four sections.

The first will focus on the search for information, the market study, the research of systems for reforestation, the most abundant vegetation in Catalonia, the types of drones and their operation, the most commonly used materials, etc. . In addition, a briefing will be made to get to know the needs of the users to whom this product was directed and thus to direct my project.

The second block will deal with the design side. The problem will be studied and sketches will be drawn to the initial design. Next, the product will be improved using the techniques learned throughout the course to reach our final design. I will define the materials to be used and the ideal electronic components for the drone. All this will be demonstrated in the section of demonstration calculations.

In the third block we will see the regulations to be considered for the manufacture of these aircrafts and the cost of the manufacture of the product. We will also see the general budget with the timing of this project.

And finally, the last block will be the one dedicated to making the prototype. It will try to print the pieces in 3D and the part of the chassis with carbon fiber for the construction of the drone.

Keywords (10 maximum):

Drone	Design	Robotics	Reforestation
Manufacturing	Seeds	Pine Tree	Mountain
Quadcopter			

INDEX

1. INTRODUCCIO	8
2. BRIEFING	10
2.1. MARC DE REFERENCIA	10
2.2. TIPUS DE DISSENY	12
2.3. ANÀLISI D'USUARI	12
2.4. ANALISI DE FUNCIONS.....	13
2.5. FORATS.....	15
2.6. FINESTRES	15
2.7. BRIEFING	17
3. ESTUDI BREU	19
3.1. REFORESTACIÓ A CATALUNYA	19
3.2. ESTUDI DE MERCAT.....	25
3.2. INVESTIGACIÓ DE MERCAT	34
3.3. ESTUDI DE MATERIALS	40
3.4. ESTUDI DE FUNCIONAMENT	41
4. DISSENY Y DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE.....	45
4.1. ANALISI DEL PROBLEMA.....	45
4.2. ESBOSSOS.....	46
4.3. PRIMER DISSENY	47
4.4. SELECCIO DE MATERIALS.....	53
4.5. METODES DE MILLORA	56
4.6. DISSENY DEFINITIU	63
4.7. SELECCIÓ DEFINITIVA DE MATERIALS	70
4.8. RESUM.....	71
4.9. FUNCIONAMENT DEL DRONE.....	71
4.10. RENDERS	73
5. SELECCIÓ DEL HARDWARE	75
5.1. MOTORS	75
5.2. ESC (Electronic Speed Controller)	79
5.3. BATERIA.....	79
5.4. PLACA CONTROLADORA.....	80
5.5. CONCLUSIÓ	81
6. CALCULS DEMOSTRATIUS.....	82
6.1. CALCUL CAPACITAT TREMUJA.....	82
6.2. CALCUL VELOCITAT ANGULAR PLAT.....	84
6.3. CALCUL VELOCITAT LINEAL DEL DRON.....	85
6.4. CALCUL DEL PES MÀXIM DEL DRON	85
6.5. CALCUL AUTONOMIA.....	86
7. NORMATIVA	86
7.1. NORMATIVA GENERAL AERONAVES NO TRIPULADAS	86
7.2. CONDICIONS DE DISSNEY	87
7.3. NORMATIVA MOTORES ELECTRICOS	87
7.4. NORMATIVA REFORESTACIÓ.....	87

8. PRESSUPOST	88
8.1. COST FABRICACIÓ	88
8.2. PRESSUPOST GENERAL.....	88
9. PROPOSTA DE MILLORA.....	89
10. CONCLUSIONS.....	90
11. BIBLIOGRAFIA	91

1. INTRODUCCIO

En aquests últims anys, el desenvolupament de vehicles no tripulats (UAV- Unmanned Aerial Vehicle) ha tingut un avanç molt significatiu, sobretot per a l'ús en aplicacions civils. Les aplicacions usuals d'aquest tipus de vehicle es centren en tasques en entorns de difícil accés o que representen algun perill, com ara: tasques de vigilància i seguiment, reconeixement geogràfic, etc.

Sempre havia volgut construir i pilotar un drone fet per mi, però mai havia tingut l'oportunitat de fer-ho (de fet no havia tocat un drone fins començar aquest projecte). Així doncs vaig veure en aquest projecte fi de carrera l'oportunitat ideal per poder ficar-me en aquest món. Però, hi ha moltes persones que construeixen els seus propis drones, quin mèrit tindria? Jo volia fer un drone amb alguna funció que pogués resoldre alguns dels problemes en els que es troben les persones d'avui dia. Per això vaig començar a fer un petit brainstorming i amb l'ajuda d'uns amics, i amb unes copes per mig, va sorgir la idea: un drone forestal per poder plantar llavors en llocs de difícil accés per les persones.

Un cop tinc clar el problema i el producte que vull fer comença la recerca d'informació, on estudiaré els tipus de drones que hi ha avui dia i el seu funcionament, els materials més emprats en la seva fabricació, etc. Paral·lelament també cal saber quina es la vegetació que hi ha a Catalunya per així poder decidir quina llavor o llavors podrà plantar el meu drone.

Acabada la recerca d'informació faré la fase de disseny, a partir dels primers esbossos sortirà la primera idea del producte. Aquest primer producte serà millorat utilitzant les eines apreses durant tot el grau, en aquest cas de disseny industrial i desenvolupament del producte, per així obtenir el producte final. S'escollirà els materials adients per a la seva fabricació, que com no es vol fabricar aquest producte en massa, sinó entre 15/20 drones, s'utilitzaran tècniques de rapid prototyping. A més. També es farà l'elecció dels components electrònics adequats, ja que intervenen molts factors per el correcte funcionament del drone i per a la seva autonomia. Finalment es demostraran amb explicacions o càlculs totes les eleccions fetes.

Es tindrà en compte la normativa que hi ha per al pilotatge dels drones i es detallarà un pressupost del que costaria la fabricació d'un prototip. A més del pressupost general amb les hores dedicades a aquest projecte i la seva distribució.

Un cop he detallat el contingut d'aquest treball, exposaré els meus objectius i el que vull aconseguir:

- Els coneixement per al disseny i la fabricació d'un drone.
- Utilitzar el major numero possible d'eines apreses durant tot el grau.
- La fabricació de tots els components no electrònics amb impressió 3D y tall de fibra de carboni per al meu prototip.
- Fer funcionar el prototip.
- Fer un projecte viable.
- Un projecte lo més complet possible

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

Les motivacions per aquest treball són:

- Realitzar un projecte multidisciplinari on intervenen el disseny de productes i mecanismes i una mica de electrònica.
- Construir el prototip i fer que funcioni.

2. BRIEFING

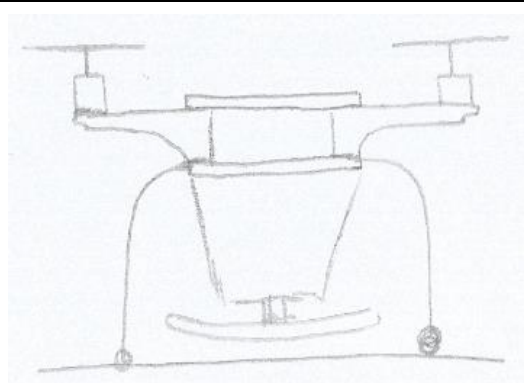
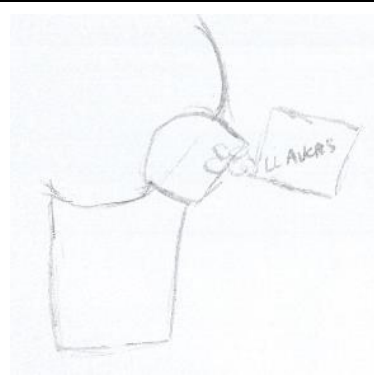
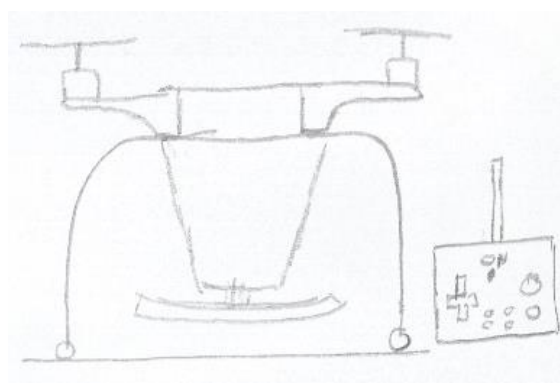
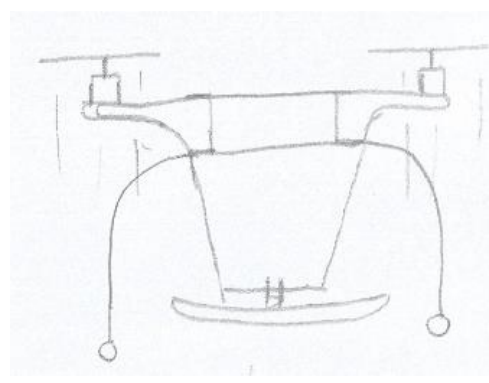
2.1. MARC DE REFERENCIA

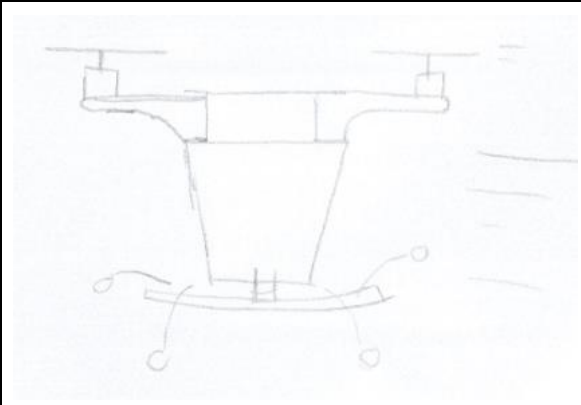
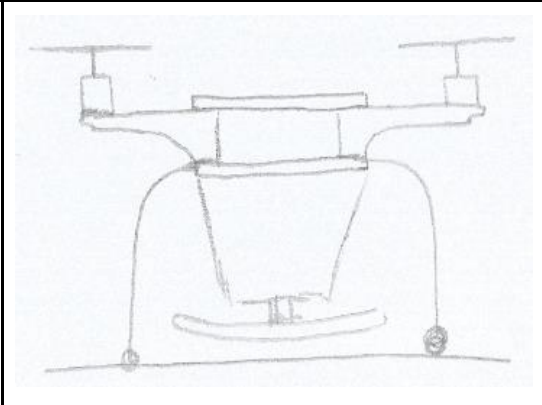
2.1.1. FRASE D'UTILITAT

Persona amb interès per la natura i la vegetació que vol plantar llavors en llocs de difícil accés, ja sigui en camp o muntanya, mitjançant un producte aeri electrònic de dimensions determinades, que a més de plantar llavors pugi fer-se servir per més aplicacions gràcies al seu disseny modular.

2.1.2. STORYBOARD

Al següent STORYBOARD, represento el procés de la utilització del drone reforestal, des de el punt en que s'activa el drone per enlairar-se fins que s'atterra.

	
Drone posat en la superfície més plana possible preparat per a la seva utilització.	Es carrega el drone de capsules de llavors.
	
Amb el comandament s'activa el drone.	El drone comença a enlairar-se.

	
El drone comença a escampar les llavors mentre es mou.	El drone aterra després d'acabar la seva funció.

2.1.3. CONCLUSIONS

USUARI

Els usuaris, els quals anirà destinat el dron reforestal, seran persones amb interès per la naturalesa i la vegetació, com agents rurals, que volen plantar llavors en lloc de difícil accés i d'una manera més ràpida i senzilla. A més han de tenir el carnet de pilot de drones per poder fer-los volar.

- Agents rurals, ja que s'encarreguen de la reforestació o la cura del medi natural.
- Persones amb interès per la naturalesa, voluntaris, agricultors, ja que es pot usar per escampar qualsevol tipus de llavor mentre vagi encapsulada.

DISSENY DE L'OBJECTE

Disseny centrat en fer un producte lleuger, senzill, fàcil de muntar i desmuntar i que no tingui unes dimensions molt grans. Que el mecanisme que escampa es pugi utilitzar en qualsevol tipus de dron.

FUNCIONALITAT I ÚS DEL DRONE

Per complir amb la funció principal, la maleta ha de tenir les següents característiques:

- Component per emmagatzemar les llavors.
- Tenir un mecanisme giratori per poder escampar les llavors.
- Comandament a distància per poder controlar tots els moviments.
- Poder posar en marxa y parar aquest mecanisme giratori sempre que nosaltres vulguem.
- Que el dron pugui suportar tot el pes del conjunt muntat.
- Els components necessaris i compatibles perquè pugui funcionar sense cap tipus de problema.
- Que es pugui muntar fàcil i ràpidament.
- Una apertura del dipòsit gran per poder abocar les llavors amb facilitat.
- Tenir un pes lo més baix possible per augmentar així la seva autonomia.

2.2. TIPUS DE DISSENY

Per elaborar un bon disseny del dron reforestal, s'ha de complir perfectament la seva funció principal, la qual es escampar les llavors per la zona que s'ha de reforestar lo més fàcil i ràpidament possible.

Així doncs, com el meu producte destaca la utilitat, la funcionalitat i en menor mesura l'estètica de l'objecte, es pot afirmar que es tracta de disseny poètic. La definició d'aquest tipus de disseny seria la següent:

- Disseny poètic: Utilitat, funció i bellesa de l'objecte per sobre d'altres consideracions.

2.3. ANÀLISI D'USUARI

CADENA D'USUARI

Baula de la cadena	Avaluació	Justificació
Transport fabrica-tenda	Menor	Eventual
Empleat tenda	Menor	Poc freqüent
Agent rural	Crític	Quantitat i qualitat d'ús
Voluntaris	Mayor	Qualitat d'ús
Agricultor	Mayor	Qualitat d'ús

TIPUS D'USUARI: AGENT RURAL

Característiques diferencials	Avaluació	Justificació
Físiques:		
-Pes/talla	Baix	No influeix
-Edat	Alt/Crític	(nens i vells = crític)
Context i lloc d'ús		
-Zona de muntanya	Crític	Facilitat i eficiència
-Camp	Crític	Facilitat i eficiència
-Boscos	Crític	Facilitat i eficiència
-Pluja	Alt	Estabilitat
-Dia/nit	Alt	Il·luminació
Seqüència d'operacions		
-Carregar el dron de llavors	Crític	Capacitat/pes
-Posar-lo en marxa	Menor	Comandament
-Guiar-lo a la zona adient	Menor	Comandament
-Activar el plat giratori	Crític	Mecanisme giratori/rapidesa
-Parar el plat giratori	Crític	Mecanisme giratori/rapidesa
-Aterrar el dron	Menor	Comandament

2.4. ANALISI DE FUNCIONS

2.4.1. PRECEDENTS

Els precedents són objectes que utilitzen actualment els usuaris per satisfer la utilitat que s'està estudiant, en aquest cas, un drone que ajudi a la reforestació.

A continuació hem agafat uns quants precedents, que es poden trobar a l'annex X, per fer el quadre funcional entre tots els precedents.

Cal destacar que no he pogut trobar molts precedents ja que aquest àmbit encara està en procés de desenvolupament.

			PRECEDENTES					
			A	B	C	D	E	F
Principal:	Escampar les llavors per la zona estipulada	CR	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	Escampar llavors més d'una a l'hora	CR	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Derivades:	Respecte al funcionament:							
	- Mecanisme giratori	CR	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	- Mecanisme disparador	CR	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	- Fotografia la zona	CR	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Material resistent	CR	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	- Utilització de pesticida	MA	SI	NO	NO	SI	NO	NO
	- Sistema de reg	MA	SI	NO	NO	SI	NO	SI
	- Dipòsit gran d'emmagatzematge de llavors	CR	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Respecta al muntatge:							
	- Fàcil muntatge	MA	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	- Mecanisme fàcil d'intercanviar	MA	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	- Disseny modular	MA	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	Respecto al tipus de drone:							
	- Quadcòpter	ME	SI	SI	NO	NO	NO	NO
	- Hexacòpter	ME	NO	NO	SI	SI	NO	NO
	- Amb ales	ME	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	Tecnologia:							
	- GPS	CR	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Transferència de dades	ME	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Localitzador	CR	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Informació del temps	MA	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Alarma quan queda poca bateria	ME	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	- Informació del terreny	MA	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Grans velocitats	ME	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Informació del vent per saber quan llençar les llavors	MA	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Manutenció:							

	- Material lleuger	MA	NO	NO	NO	NO	SI	SI
	- Material de fàcil neteja	MA	SI	SI	SI	SI	SI	SI

2.4.2. REFERENTS

Els referents són objectes que serveixen d'inspiració sobre l'objecte que s'està estudiant.

Referent A:

Per a que el meu producte pugui sembrar més ràpidament vull incorporar el sistema que utilitzen per escampar l'arròs als camps o les màquines centrífuga d'adob, ja que no he vist un mecanisme semblant en drons i crec que podria ser molt útil e interessant.



Figura X. Màquina centrífuga d'adob

Aquest mecanisme està format principalment per una tremuja per emmagatzemar el material i un plat giratori per escampar-lo.

Referent B:

Per aconseguir aquest gir sense que afecti la força de la gravetat m'he inspirat en els ventiladors normals i corrents, que continuen girant els posis en la posició que els posis. Amb això vull aconseguir girar només la part del plat per així mantenir l'equilibri del dron i que hi hagi les menys vibracions possibles.



Figura1. Ventilador

2.5. FORATS

Després d'analitzar les funcions dels precedents, veurem quins forats no estan complint. A continuació, s'exposa una sèrie de funcions que no compleix cap precedent, per així poder-les afegir al meu producte i així cobrir les necessitats de l'usuari.

Funcions derivades:

Principal:	
Forma de plantació més d'una a la vegada	Crític
Funcionament:	
Mecanisme giratori	Crític
Dipòsit gran d'emmagatzematge de llavors	Crític
Tecnologia:	
Informació del vent per saber quan escampar les llavors	Major

2.6. FINESTRES

Un cop analitzats les funcions dels precedents i trobat els forats, podem crear les finestres. Aquestes estan formades per la agrupació de forats que estan enfocats a una mateixa idea.

FINESTRA	DESCRIPCIÓ	FORAT QUE COBREIX
1.Eficiència	El disseny del drone està centrat en el funcionament ràpid, facilitant així la reforestació.	- Mecanisme giratori - Dipòsit gran d'emmagatzematge de llavors. - Plantar més d'una llavor a l'hora.
2.Informativa	Proporciona informació per saber quan es millor la plantació de llavors.	• Informació del vent per saber quan escampar les llavors.

2.6.1. SELECCIÓ DE LA FINESTRA

Un cop agrupats els forats en finestres, m'han sortit un total de dos. Per escollir la finestra definitiva s'han establert una sèrie de criteris on es tracta als usuaris, la fabricació, la innovació del disseny, etc.

Finestra 1 – Eficiència

1. Novetats respecte a lo existent: Elevat
2. Viabilitat per concretar la solució: Alt
3. Relació sensata entre el preu i el valor de lo que es proposa: Sí
4. Benefici per els usuaris:
 - a. Agent rural: Elevat
 - b. Altres usuaris: Alt, però poca quantitat d'ús.
 - c. Transportista: Indiferent
5. Benefici mediambiental: Sí

Finestra 2 - Informativa

1. Novetats respecte a lo existent: Mig
2. Viabilitat per concretar la solució: Alta
3. Relació sensata entre el preu i el valor de lo que es proposa: Sí
4. Benefici per els usuaris:
 - a. Agent rural Sí
 - b. Altres usuaris: Mig
 - c. Transportista: Indiferent
5. Benefici mediambiental: Sí

2.6.2. FINESTRA DEFINITIVA

Després d'analitzar les diferents finestres, la escollida es la numero 1, la eficiència. Aquesta finestra esta formada per tres forats crítics, mecanisme giratori, gran dipòsit de llavors i plantació en grup. Per això s'ha considerat que millorarà la realització de la feina i ho farà d'una manera més rapida i senzilla. A més, no és incompatible amb afegir altres funcions com la detecció de la velocitat del vent o la recerca de zones on la germinació de les llavors sigui més efectiva.

2.7. BRIEFING

Producte: Drone forestal

Frase d'utilitat: Persona amb interès per la natura i la vegetació que vol plantar llavors en llocs de difícil accés, ja sigui en camp o muntanya, mitjançant un producte aeri electrònic de dimensions determinades, que a més de plantar llavors pugi fer-se servir per més aplicacions gràcies al seu disseny modular.

Tipus:

- Drone per reforestar

Característiques generals:

- Per ús d'agents rurals amb carnet de pilot de drone.
- Incorpora una tremuja per l'emmagatzematge i transport de llavors.
- Fàcil muntatge i ús.
- Disseny simple.
- Possibilitat per escampar altres materials sempre i quan estigui dins del pes màxim.
- Possibilitat per instal·lar qualsevol altra aplicació gràcies al seu disseny modular.
- Permet l'enlairament en qualsevol superfície.
- Possibilitat de desmuntar el mecanisme escampador i utilitzar-lo per l'oci.
- Disseny molt lleuger / materials amb poca densitat.

Característiques específiques del projecte:

- Dimensions del drone: 599 x 225 (amb les hèlix)
- Pes màxim que suporta el drone: 2.6 kg
- Pes actual del drone: 1.3 kg aproximadament
- Capacitat de la tremuja: 180 capsules de llavors
- Materials: Fibra de carboni, ABS i alumini
- Comandament a distància
- Sensor que avisa quan la bateria està baixa
- Plat giratori de 105 mm de radi
- Velocitat plat giratori: 28 rad/s
- Volum de la tremuja: 749920 m³
- Tipus: 2 bateries de Lipo 2200 mAh
- Duració de la bateria a màxima potència: 4 min
- Velocitat màxima: 72 km/h
- Altura màxima per normativa: 120 metres
- Altura drone reforestal: Màxim 10 (el vent s'enduria les llavors)
- Llavors de pins
- Capsules llavors: radi 1,5 cm
- Llavors per segon: 10/15 per segon

Recomanacions:

- Velocitat de gir del plat constant.
- Materials plàstic fets per impressió 3D.
- Funciona igual que un drone qualsevol.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL
VICTOR ESTELLER DEUDERO

- L'única part que gira és el plat, el regulador de llavors i el suport que va fixat al motor.

3. ESTUDI BREU

En aquest capítol estudiaré els camps principals per poder conèixer els tipus de drons que hi ha avui dia, quins son els seus principals fabricants, el material de que estan fets, els processos de fabricació emprats per al seu muntatge, els diferents components que el formen i com funcionen e interactuen cada un d'ells.

3.1. REFORESTACIÓ A CATALUNYA

Per començar explicaré en que consisteix la reforestació. Consisteix a repoblar de vegetació zones que han estat eliminades per diversos motius, com per exemple:

- Explotació de fusta per a les indústries
- Ampliació de la frontera agrícola o ramadera.
- Ampliació de àrees urbanes
- Incendis forestals.

També s'anomena reforestació, encara que lo més correcte seria forestació, a la plantació massiva d'arbres on no hi ha hagut mai vegetació.

Els objectius per a reforestar una zona en concret poden ser diversos:

- Millorar zones verdes i el medi ambient.
- Producció de fusta per a fins industrials.
- Generar àrees de protecció per el ramat.
- Per a protegir els cultius del vent.
- Parar l'avançament de les dunes d'arena.
- Crear àrees recreatives.

Es molt important que a l'hora de plantar un arbre tinguem en conte l'àrea on serà ubicat, l'equilibri de la naturalesa es molt sensible, i fer-lo sense el coneixement necessari pot ser fins i tot perjudicial per els ecosistemes.

Generalment la reforestació és implementada on la cobertura d'arbres ha estat reduïda per condicions climàtiques o activitats humanes. El més recomanable a l'hora de reforestar és utilitzar espècies autòctones, és a dir, espècies natives que existien en l'àrea, ja que d'aquesta manera mantindrem el paisatge original, i el més important, no posarem en risc a altres espècies vegetals i animals que formen part de l'ecosistema. També es poden fer servir espècies importades, que tenen un creixement més ràpid, però pot ser arriscat per el medi.

3.1.1. *TECNiques DE REFORESTACIÓ*

Per fer una correcta reforestació s'han de tenir diversos factors en consideració. En aquest apartat explicaré cada un d'aquests factors, que són:

- Consideracions generals.
- Factors de risc.
- Recol·lecció i manipulació de les llavors.
- Plantació.

Consideracions generals

Al procés de reforestar intervenen molts factors que han de ser tinguts en compte a l'hora d'escollir el tipus arbre a sembrar.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

Clima: és un factor decisiu a l'hora d'escollir el tipus d'arbre, no es poden sembrar arbres de climes tropicals en zones fredes.

Pluges: cada arbre està adaptat a viure en diferents ambients humits. Si es planta en una zona equivocada pot afectar al seu desenvolupament.

Terreny: Hi ha diversos tipus d'arbres que només poden créixer en determinats terrenys, com per exemple, els calcaris argilosos, etc.

Altura: a altituds molt elevades pot fer que l'arbre no sobrevisqui.

Exposició solar: Aquest factor és molt important, s'ha de tenir en compte el tipus de vegetació de la zona, hi ha que un excés d'ombra pot afectar al seu creixement.

Densitat de la població: es molt important que hi hagi la distància adequada entre arbres per facilitar així el seu creixement.

Profunditat del terra: Cada tipus d'arbre té els seus requeriments de profunditat segons les seves arrels.

Fertilitat: Hi ha espècies d'arbres que s'adapten a sòls més fèrtils i altres a menys fèrtils.

Factors de risc

A Catalunya per el tipus de clima mediterrani no hi ha molts factors de risc que afectin a la reforestació o al creixement de la vegetació. Els principals factors serien:

La inestabilitat climàtica: Els anys on no hi ha molta pluja poden acabar amb les plantes o arbres especialment quan encara són joves.

Plagues: A vegades, insectes o fongs on la seva població estava controlada es pot veure afectada per la plantació d'un nou arbre, i comença una reproducció desmesurada d'aquests bacteris.

Incendis: Són un dels principals factors de risc a Catalunya, les onades de calor de l'estiu o la falta d'atenció de la gent són les causes més comuns de l'aparició d'aquests focs.

Recol·lecció i manipulació de les llavors

Aconseguir les llavors no es una feina fàcil, ja que un gran nombre no es poden comprar comercialment, i per a la seva recol·lecció directa s'ha de tenir en compte que no totes les espècies produeixen llavors durant tot l'any. Un cop aconseguida les llavors s'han de netejar amb diferents tècniques segons la naturalesa i la mida de la llavor.

Generalment, les llavors d'un gran nombre d'espècies d'arbres no necessiten cap tractament per ser plantades, però les que tenen la testa dura han de ser tractades per així afavorir a la seva germinació. Els tractaments més comuns són:

- **Badat:** Es trenca l'escorça de la llavor.
- **Abrasió:** Es posa un material abrasiu per trencar l'escorça.
- **Immersió en aigua bullint:** Immersió breu en aigua a gran temperatura per trencar l'escorça.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

- Immersió en aigua tibia: Immersió en aigua tibia durant hores, i fins i tot algun dia.
- Acidificació. Immersió breu en àcid per eliminar l'escorça.

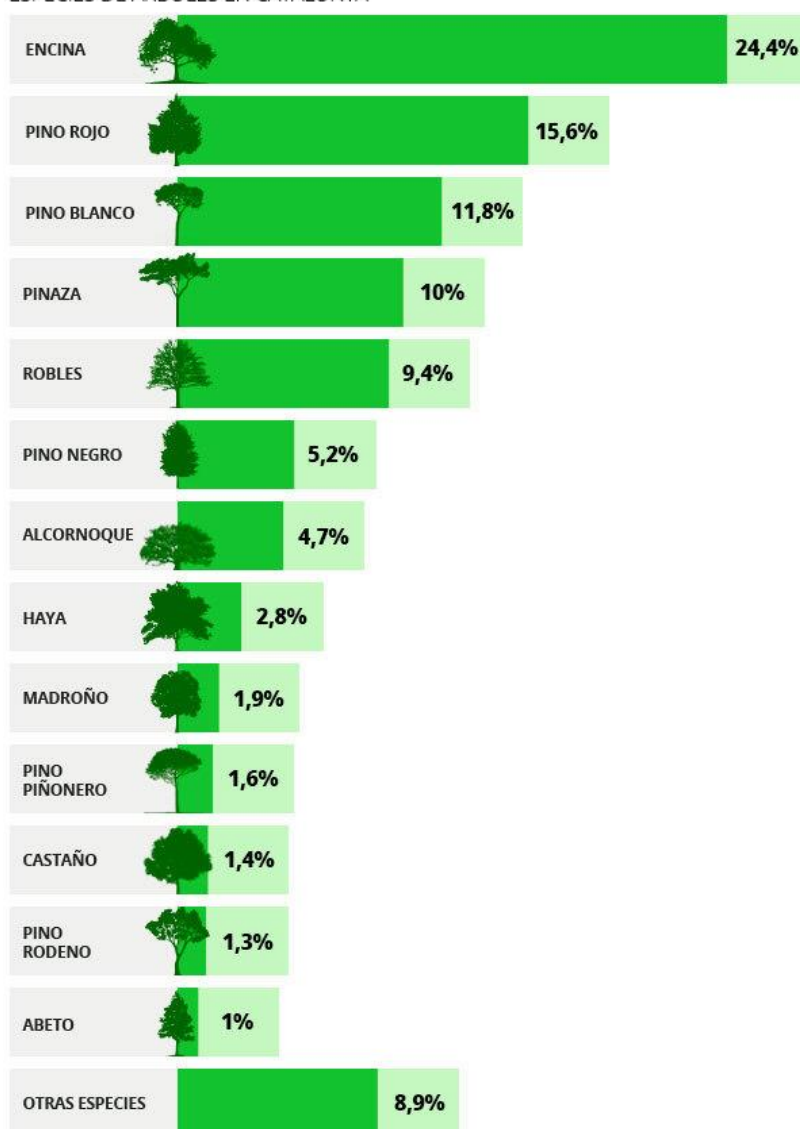
Les llavors normalment creixen sobre un terreny humit, però per protegir-les i per facilitar el seu desenvolupament són cobertes per material orgànic o vegetal en descomposició. La profunditat ideal acostuma a ser entre 1 i 2 centímetres i a més la superfície ha de estar prèviament esterilitzada per evitar així el creixement de fongs.

3.1.2. VEGETACIÓ A CATALUNYA

En aquest apartat analitzarem quins són les espècies d'arbres més comuns a Catalunya i com estan repartits en les diferents comarques.

Segons un estudi fet per el Centre de Investigació Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF-UAB), l'alzina és l'espècie arbòria mes comuna a Catalunya i suposa casi una quarta part (24,4%) del total de les espècies. El pi vermell (15,6%), el pi blanc (11,8%), la pinassa (10%) i el roure (9,4%) són les altres espècies predominants. Aquestes cinc sumen el 71,2% del total de la vegetació a Catalunya.

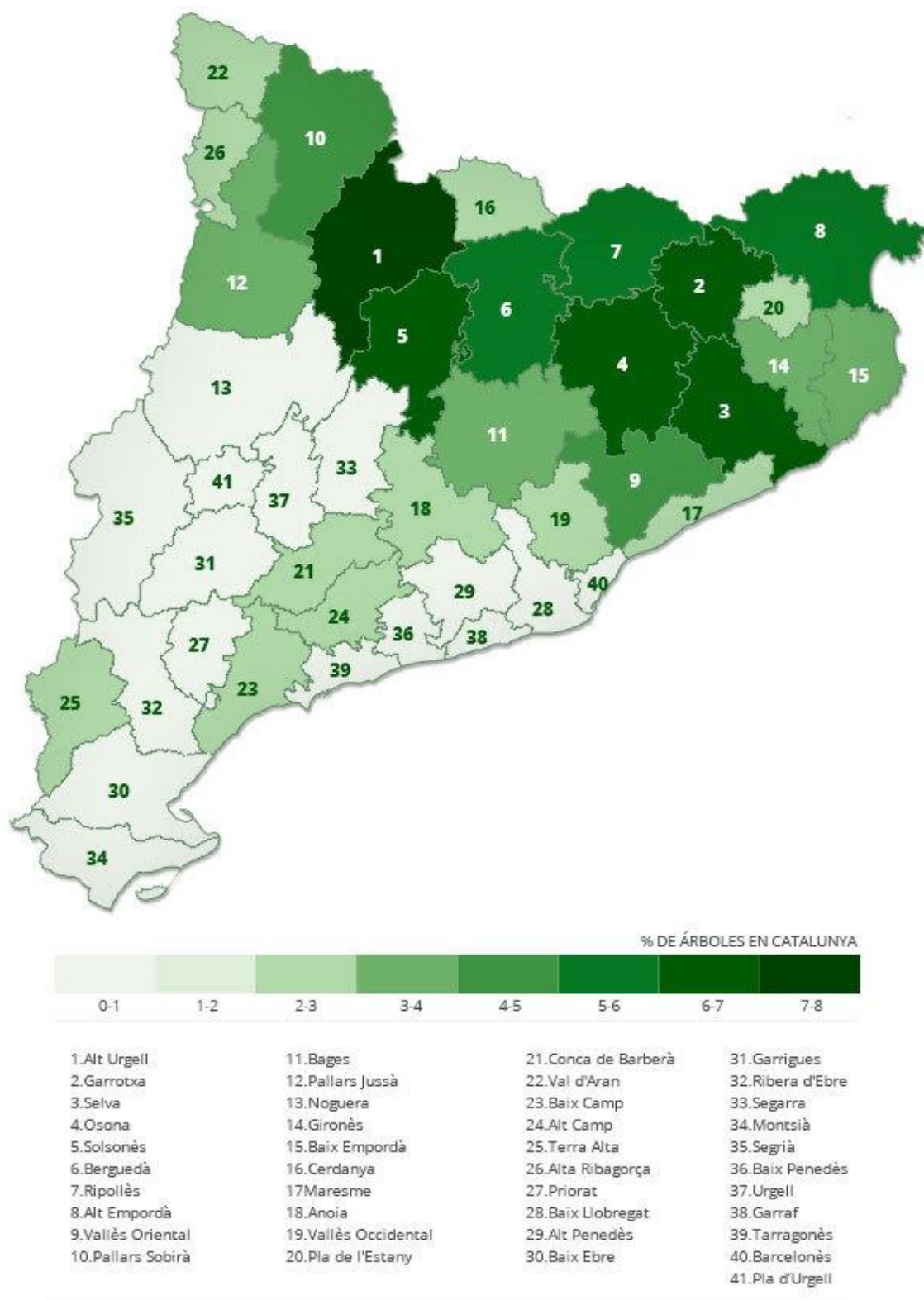
ESPECIES DE ÁRBOLES EN CATALUNYA



REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

Les províncies de Girona i Lleida contenen amb les comarques amb major concentració d'arbres de Catalunya. En canvi, Tarragona és la que menys població d'arbres té. En el següent gràfic podem veure com estan repartits els arbres per tot el territori català.



A continuació analitzaré les llavors dels cinc arbres més comuns de Catalunya per veure quin seria la que millor podria encaixar en el meu projecte.

Alzina

És un arbre perenne de fins a 20 metres d'altura. El seu habitat natural són boscos humits. És l'arbre del mediterrani per excel·lència. La vida mitjana d'aquest tipus d'arbre ronda sobre els 400 anys.

El seu fruit és la bellota, amb una mida de entre 1 a 3 cm de longitud i on la cúpula no arriba a la meitat.



Figura2. Bellota

Aquest arbre pot créixer en qualsevol tipus de terreny, encara que prefereix els terrenys fèrtils, profunds, lleugers i permeables. No té cap problema en les superfícies arenoses.

La matèria orgànica a l'hora de la seva plantació pot ajudar a millorar la producció dels seus fruits.

Pi Vermell

De la família pinacís, pot arribar a fer 30 metres d'alçada i 5 metres de diàmetre. La seva copa es de forma cònica quan es un arbre jove i d'adult es transforma en irregular, ampla i deprimida. Les referències al color vermell venen donades per la seva escorça que es d'aquest color.

Tolera molt be el sol, però no tant la ombra. S'adapta a qualsevol tipus de terreny menys on hi ha una gran acumulació d'aigua. La superfície pot ser humida, contra més fèrtils i profunds millor per el seu creixement. Resisteix les sequeres i els hiverns freds. No viuen molt de temps en competència a altres superfícies que el superen en altura, ja que necessiten el contacte directe amb la llum solar.

La seva llavor és el pinyó, que tenen una mida molt petita, de 1,5 cm de llarg aproximadament.



Figura3. Pinyons

Pi blanc

També de la família dels pinacís, però aquest arbre arriba només als 25 metres d'alçada. El tronc és macís e irregular amb una escorça de color gris. Creixen fins a una alçada de 1600 metres sobre el nivell del mar. Resisteix molt bé les altes temperatures i les sequeres prolongades.

Al ser de la mateixa família que el pi vermell, la seva llavor és la mateixa, el pinyó. La mesura d'aquest pinyó és una mica més petit que l'altra, entre els 6 i 7 mm amb una forma ovalada de color fris.



Figura4. Pinyó Pi blanc

El factor important per a la germinació d'aquesta llavor és la temperatura, que ha de ser entre els 15-20° C. Les superiors a 25° C eviten la germinació i les que estan entre 10 i 15° C la endarrereixen.

Roure

El termini roure s'utilitza per referir-se a moltes espècies d'arbres del tipus Quercus. Aquests arbres poden arribar als 1600 anys de vida. El seu creixement es produeix en una superfície humida, no seca. Tenen un creixement molt lent.

La seva llavor s'anomena Bellota. S'ha de plantar en terreny profund, humits i amb un bon drenatge.



Figura5. Bellota

3.1.3 CONCLUSIÓ

Un cop hem analitzat els mètodes per a la reforestació, els tipus d'arbres més comuns a Catalunya , les seves característiques per que puguin tenir un bon creixement, les característiques de les llavors, etc. he decidit que les llavors que faré servir per al meu projecte seran les de la família dels pins. Ja que son llavors molt resistents i poden créixer en ambients secs.

3.2. ESTUDI DE MERCAT

L'estudi de mercat em servirà per conèixer millor el producte i quin son els problemes i avantatges que hi ha avui dia amb els drons. Això m'ajudarà a establir el punt de partida i el criteri d'actuació per fer el meu disseny. Els camps del mercat que estudiarem són el següents:

- El producte. Els diferents tipus de drons, perquè s'utilitzen, mercat actual i potencial, etc.
- La competència. Quines son les empreses més importants que fabriquen drons, quin es el més utilitzat, els preus, etc.
- L'usuari. Estudi i definició de les necessitats, definició dels segments i target group i una petita enquesta.

3.1.1. INVESTIGACIÓ DE PRODUCTE

3.1.1.1. TIPUS DE DRONS

La fama dels drons ha crescut tant que avui dia es molt comú trobar-los a qualsevol lloc i sen utilitzats per tot tipus de persones, des de nens fins militars, lo que ha fet que molts països hagin hagut de establir noves lleis per regular l'ús d'aquest producte.

Els drons es poden classificar segons diversos criteris, en aquest cas tindre en compte tres: segons les ales que té, segons el seu mètode de control i segons en funció del seu ús.

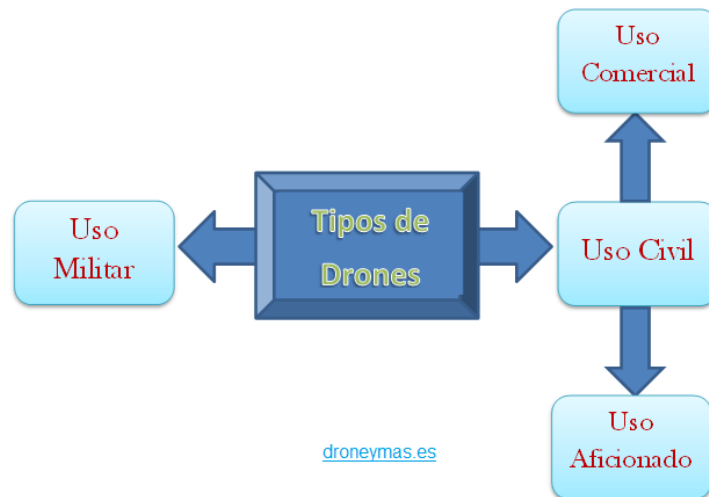


Figura 6. Tipus Drons

3.1.1.1.1 SEGONS EL SEU ÚS

Dins d'aquest grup ho podem dividir en dos subgrups més: l'ús militar i l'ús per civils.

CIVILS

També coneguts amb les sigles UAV (Unmanned Air Vehicle), fa referencia als vehicles aeris no tripulats. Representen un 11% de la indústria i els podem dividir en dos grans grups, per usos comercials i per aficionats.

Dins d'aquesta categoria estan inclosos tots els drons destinats a cobrir una necessitat pròpia de la societat, com per exemple:

- Filmografia
- Oci i Entreteniment
- Inspecció d'obra civil
- Reconeixement i recaptació de dades en zones de desastre
- Vigilància fronterera
- Aixecament de mapes
- Monitorització de contaminació atmosfèrica
- Monitoratge i cures de cultius
- Supervisió del tràfic vehicular
- Monitoratge i control d'incendis
- Localització de recursos naturals
- Enllaç de comunicacions
- Transport de paqueteria
- Cerca i rescat

Comercials

Avui dia ja són molts els drons que s'utilitzen en l'àmbit comercial, com la realització de

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

vídeos, fotografies o cartografia Aérea professional, per a situacions de rescat (cerca de persones, incendis, etc) i fins i tot s'utilitza a l'agricultura, per sembrar de manera més efectiva.

Aquest sector serà un dels que més augmentarà els pròxims anys, sobretot si es du a terme els projectes de Amazon i Google en utilitzar drons per a repartir els seus productes. Encara que les lleis son el gran impediment per aquest sector, ja que la legislació limita l'ús d'aquests aparells en zones urbanes.

Aficionats

Els drons d'usos particulars són els que més han crescut en aquests darrers anys. Avui dia és d'estranyar la persona que no ha provat o construït un, ja que s'han convertit en la joguina ideal per els amants de la tecnologia. Podem trobar de diversos tipus gracies a la seva varietat de característiques, des de el més simple que pot costar molts pocs euros, fins el més impressionant com el DJI Inspire 1 que pot costar varius milers d'euros.

MILITARS

Són anomenats UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle), vehicle no tripulat de combat aeri. Acostumen a anar armats i amb capacitat de bombarders.

Aquests tipus de drons son utilitzats per els exercits per múltiples funcions:

- Vigilància, intel·ligència i reconeixement.
- Atacs de guerra
- Missions d'atac
- En pràctiques d'artilleria

3.1.1.1.2. SEGONS LES ALES

Drons de ales fixes

Es troben unides amb la resta de la aeronau i no tenen moviment propi. Generen la sustentació amb els plans, on el seu perfil aerodinàmic esta creat per fer diferencies de pressions entre la part inferior y superior.

Aquests tipus de drons es caracteritzen per la seva estructura simple, amb una elevada eficiència aerodinàmica, lo que fa que tinguin un alt nivell de rendiment energètic. Això fa que puguin volar més temps que la resta de drons.

Per contra partida, aquestes aeronaus necessiten de elements externs per poder enlairar-se o aterrar, amb la qual cosa eleva el nivell de complexitat en el seu vol. Tenen un nivell de maniobrabilitat es menor al dels drons amb ala rotatòria.



Figura 7. Dron ala fixa

Drons multirrotor

Son drons de ales rotatòries que tenen tres o més rotors. Generen la sustentació necessària per volar a través dels seus rotors. Les hèlixs són instal·lades en sentit de rotacions oposades de forma diametral, es a dir, s'alternen hèlix de gir en sentit horari amb hèlix de gir amb sentit anti-horari donant lloc a la suma de les forces que generen. Aquest joc de sumes i restes de forces és el que permet la maniobrabilitat d'aquestes aeronaus. Si tots els seus rotors produeixen la mateixa força de sustentació i es troba en equilibri amb el pes del dron, llavors l'aparell es mantindrà en una posició estacionària. Si un dels rotors presenta una velocitat angular superior o inferior a la resta es produirà el moviment de l'aparell.

Aquests drons tenen una configuració mecànica molt senzilla i de fàcil fabricació, sumat a la seva versatilitat, fan que aquest producte sigui la més popular per al seu ús civil.

Aquests aparells no necessiten cap element extern per poder enlairar-se o aterrar, de manera que ho pot fer verticalment. Tenen un alt nivell de maniobrabilitat, lo que pot fer que pugui funcionar tant en interior com exterior. Poden volar a altures molt baixes amb respecte al terra, lo que fa que pugui capturar imatges amb un alt nivell de resolució. Són perfectes per treure fotos o gravar vídeos.



Figura 8. Dron multirrotor

3.1.1.1.3. SEGONS EL SEU METODE DE CONTROL

- **Autònom:** No necessita un controlat amb comandament. Es guia per els seus propis sistemes i sensors integrats.
- **Monitoritzat:** En aquest cas si necessita la figura d'un tècnic humà. La labor de la persona es donar informació i controlar el feedback del drone. El drone dirigeix el seu

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

vol i el tècnic, a pesar de no poder controlar els comandaments directament, pot decidir quina acció portarà a cap.

- **Supervisat:** Un operador pilota el drone, encara que l'aparell pot realitzar algunes funcions autònomament.

- **Preprogramat:** El drone segueix un pla de vol dissenyat prèviament i no pot canviar-lo per adaptar-se a possibles canvis.

- **Controlat remotament (R/C):** El drone es pilotat directament per un tècnic a través d'un comandament.

3.1.1.2. COMPONENTES

Una vegada hem vist els tipus diferents de drones que hi ha i encara que puguin tenir usos i configuracions diferents, tots tenen en comú els següents elements bàsics:

- Marc o estructura
- Sensors (giroscopis, estabilitzadors, acceleròmetres, etc)
- Motors
- Hèlixs
- ESCS
- Bateria
- Controlador de vol
- Radio receptors

A més, la gran majoria té incorporat un receptor de radio per el comandament a control remot, però hi ha altres maneres de controlar al dron, com aplicacions per a Smartphone, Bluetooth, Wifi, etc. I com hem vist anteriorment, hi ha drons que funcionen de forma autònoma, per tant no tenen receptor de radio per poder-los controlar.

Seguidament veurem i explicarem els components mencionats i que són necessaris per definir per poder dissenyar i construir el dron.

MARC O ESTRUCTURA

Es l'esquelet del dron, l'estructura es la part que li dona forma i on han d'anar tots els components de l'aparell per al seu correcte funcionament: Motors, electrònica, bateries, sensors, etc.

Els materials utilitzats per la construcció del xassís estan relacionats amb les funcions que realitzarà el dron (alumini, fibra de carboni, fibra de vidri, Kevlar, etc) i amb el seu preu.



Figura 9. Fotografia models comercials estructures fibra de carboni

Es pot construir fàcilment l'estructura d'un dron amb una impressora 3D. Nomes hauries de imprimir les peces i encambrar-les.

MOTORS

Són el cor del dron, els components imprescindibles per mantenir-lo en l'aire. Els més comuns són els elèctrics tipus Brushless que no utilitzen escombretes per realitzar el canvi de polaritat en el rotor. S'ha de fixar en la relació pes/potència.

HELIX

Hi ha de diverses mides i materials, normalment de nylon, fibra de carboni, etc. Amb el seu gir a alta velocitat generen la sustentació del motor. Van connectades al ESCS i als motors.

Cada hèlix esta determinada per dues xifres (50/30) on el primer dígit representa la longitud i el segon el pas de l'hèlix. A major longitud de hèlix major força i consum de corrent. Així doncs, s'han de fabricar les hèlix segons el model de dron.



Figura 10. Fotografia hèlix

ESCS

Els ESC (Electronic Speed Control) són els responsables de proporcionar electrònicament les revolucions necessàries a cada motor/hèlix de manera individual per poder realitzar els diferents moviments (rotacions, elevacions, translacions, acrobàcies, etc.)



Figura 11. Fotografia ESCS

BATERIA

Les bateries donen l'energia necessària per fer funcionar l'aparell. Són dels components més pesats, per això s'ha de trobar un bon equilibri en la relació pes/capacitat per poder maximitzar l'autonomia de vol del dron2. Les bateries més utilitzades són Li-Po (Polímer de Liti) per la seva densitat d'energia, el seu baix pes i l'alta taxa de descarrega que es ideal per maniobres àgils com les del multi-rotor.



Figura 12. Bateria Li-Po

CONTROLADOR DE VOL I SENSORS

El cervell del drone. Controla tot lo que passa a l'aparell i es on van connectats la majoria dels components (reguladors, sensors, etc.).

Els sensors més comuns són:

- Giroscopi. Per mantenir en equilibri el drone.
- Acceleròmetre. Mesura les variacions de acceleracions i velocitats.
- Baròmetre. Mesura les variacions d'altura.
- Brúixola. Per poder orientar-se.
- GPS. Per situar al drone en coordenades geogràfiques.

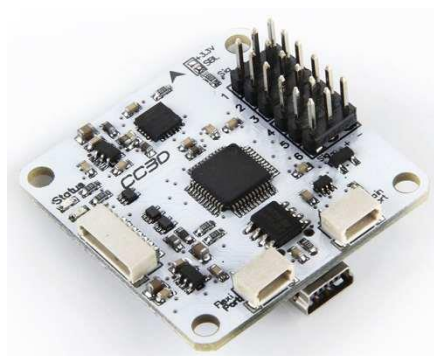


Figura 13. Fotografia targeta controladora

RADIO RECEPTROS

Es el responsable de rebre la senyal de radio enviada des de el comandament a distancia. La senyal de radio es rebuda per el radio receptor i transformada en dades s'envia al controlador de vol per que executi la instrucció.



Figura 14. Fotografia comandament i radio receptor

3.1.2 BENCHMARKING

Al mercat dels drones, hi ha una àmplia diversitat de productes, amb diferents finalitats. No obstant això, en aquest projecte s'analitza un determinat tipus de drone, drones de reforestació. Al següent apartat s'estudia quins són els productes que tenen unes millors característiques per intentar incorporar-les al disseny.

BioCarbon Engineering Drone

Ja que és generalment avantatjós disposar d'una mescla heterogènia d'espècies d'arbres plantats a la mateixa zona, aquest UAV de sembra és capaç de transportar una mescla de llavors i controlar el seu patró de sembra.

La freqüència de sembra és menor de 6 segons i és capaç de plantar 100 hectàrees per període de 36 hores i en diversos tipus de sòl.

Aquest drone capta un mapa del terreny detallat en 3D i marca qualsevol obstacle o àrees desplantades, per així evitar-les i optimitzar la sembra. Una vegada plantat, aquest supervisa l'evolució de l'ecosistema.

DroneSeed

Aquests drons són capaços de recollir una gran quantitat de dades relacionades amb el medi ambient i el terreny subjacent, gràcies a les seves múltiples càmeres. Així mateix, poden captar un mapa en 3D del territori i identificar microllocs aptes perquè les llavors tinguin la millor oportunitat de tirar arrels i desenvolupar-se correctament.

D'altra banda, aquests apliquen herbicides per netejar la terra d'altres llavors i de mala herba. Són capaços de carregar un contenidor d'11 litres i disparar la llavor al sòl a una ràtio de 384 quilòmetres per hora.

Agras MG-1S

Es la nova versió actualitzada del Agras MG-1, el drone per a usos agrícoles, dissenyat per a l'aplicació de pesticides líquids, fertilitzants i herbicides.

Aquest incorpora un sistema de polvorització, amb capacitat de fins a 10kg de líquid, amb una autonomia de vol capaç de cobrir fins a quatre hectàrees en una hora de vol.

Està equipada de radars i sensors, que fan del MG-1S un dispositiu molt més estable en ple vol, millorant la seva capacitat de fumigació i la seva eficiència a l'hora de dur a terme les operacions. A més, aquest és capaç d'operar sota la pluja.

A més a més, aquest disseny es plegable, els braços del motor es pleguen cap a dintre, fent que l'aeronau sigui compacta i fàcil de transportar.

eBee SQ

L'eBee SQ de la empresa SenseFly captura dades del cultiu mitjançant quatre bandes multispectrals, a més d'imatges RGB en un sol vol.

Amb aquestes dades pot generar mapes precisos i utilitzar-les per optimitzar els tractaments dels cultius i així millorar la qualitat de producció, augmentar els rendiments i reduir els costos.

Aquest drone es capaç de cobrir més de 200 hectàrees en un únic vol.

DV Wing

Aquest drone d'ala fixa compta amb una càmera de 18,2 megapíxels, que li permet captar imatges d'alta resolució, a més de generar fotos de gran precisió. Així mateix, mitjançant l'ús d'algoritmes es pot obtenir informació precisa.

Els agricultors poden utilitzar aquesta informació recopilada per tal de conèixer l'estat dels cultius i traçar estratègies de manteniment dels mateixos a l'hora de aplicar pesticides.

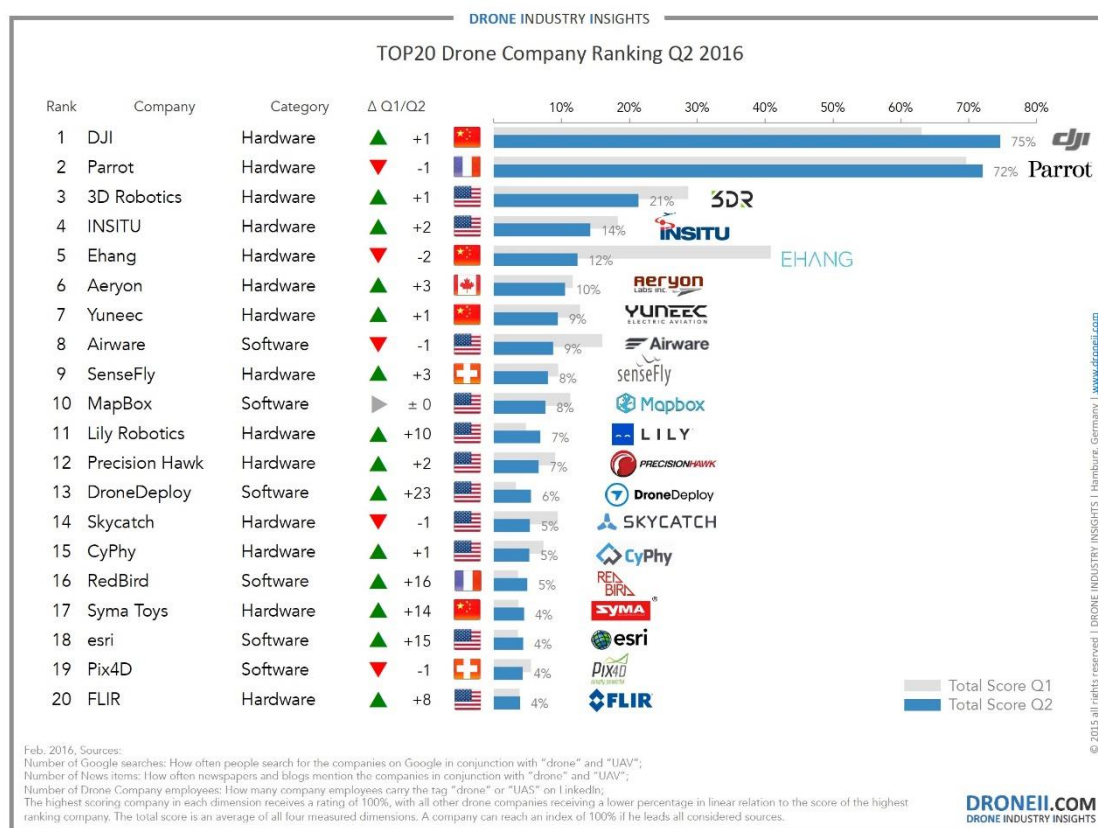
3.2. INVESTIGACIÓ DE MERCAT

El mercat mundial del drone centra la disposició geogràfica en quatre grans àrees: Nord Amèrica, Àsia Pacífic, Europa i la resta del món.

Amèrica del Nord és el major mercat a nivell mundial, englobant entorn del 65,53% en 2015. No obstant això, l'empresa més potent i amb la major xifra de vendes a nivell global és la marca asiàtica DJI. La seva expansió al mercat, gràcies als diferents acords amb Apple i amb altres companyies, ha fet que la marca xinesa es posicioni al capdavant del mercat mundial de drones.

D'altra banda, països com Rússia, Regne Unit i Alemanya estan ajudant al creixement del sector en el continent europeu.

Segons la marca analista Droneii, que realitza un estudi periòdic sobre el Top 20 de les companyies més poderoses del món drone, aquest és el rànkning de posicions:



Els drones comencen a jugar un paper cada vegada més protagonista en l'economia i els processos productius. Les companyies han començat a incorporar-los en la seva cadena de valor, conscients de les oportunitats que obren en múltiples indústries com l'agricultura, les infraestructures o el transport, la qual cosa ha fet que el nombre d'empreses dedicades a operar aquestes aeronaus no tripulades no deixi de créixer.

A Espanya, segons dades de l'Agència Estatal de Seguretat Aèria, ja sumen 1.830 empreses dedicades als drones. La indústria audiovisual/oci es configura avui com el principal usuari d'aquesta tecnologia (46%), que s'empra fonamentalment per millorar l'oferta de producció de vídeo i fotografia. Li segueixen els sectors d'infraestructures/mineria i agricultura/medi ambient, amb un 17% i un 14,5% del total.

Radiografía de la industria

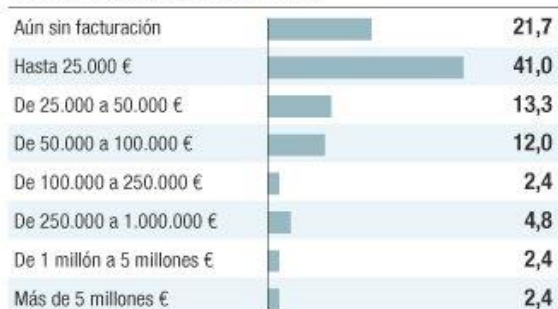
Clasificación de las empresas En %



Áreas de negocio En %

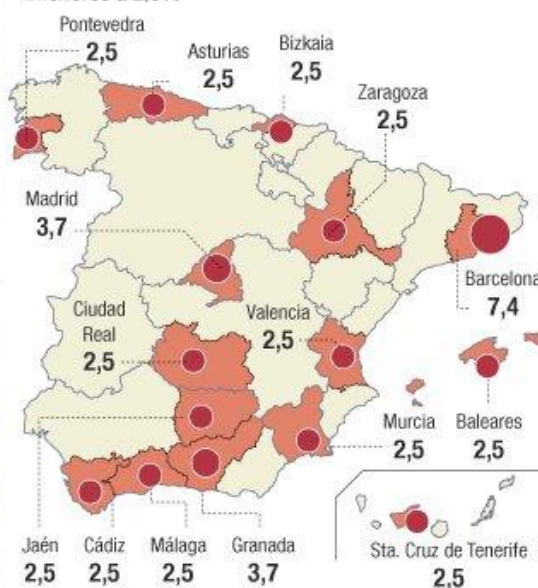


Volumen de negocio 2016 En %



El 40% de las empresas desarrollan su actividad en todo el territorio nacional

% de empresas/profesionales que operan en la provincia. Se excluyen provincias con porcentajes inferiores a 2,5%



A la següent imatge, es pot observar l'àrea i volum de negoci de les empreses a Espanya.

Aquest recent desenvolupament dels drones, podria tenir un impacte al mercat mundial per valor de 111.587 milions d'euros (127.000 milions de dòlars), segons l'informe "Clarity from Above", elaborat per PWC, sent l'agricultura, les infraestructures o el transport els sectors més beneficiats amb més oportunitats a mig i llarg termini. Tant l'agricultura com les infraestructures són dues àrees on es preveu que la utilització d'aquesta tecnologia i altres complementàries aconseguixin una important transformació.

Estimacions d'ingressos generats per l'aplicació dels drones en els diferents sectors – (Milions de \$)

Infraestructura	45.200
Agricultura	32.400
Transport	13.000
Seguretat	10.000
Entretenment i medis	8.800
Assegurances	6.800
Telecomunicacions	6.300
Mineria	4.400
TOTAL	127.300

A l'agricultura, sector al que va destinat aquest projecte, els drones poden generar oportunitats de negoci per valor de 31.105 milions d'euros, gràcies a que abaratirien la vigilància i el monitoratge de grans extensions de terreny.

3.2.1 INVESTIGACIÓ DE LA COMPETÈNCIA

Els drones comencen a jugar un paper cada vegada més important en els processos productius. No obstant això, al món de l'agricultura i el medi ambient fa poc que s'ha començat a desenvolupar. És per aquest motiu que no hi ha una àmplia varietat de marques i models.

Per tant, atès que en aquest cas s'estudia el disseny d'un drone de reforestació, les principals marques amb les quals s'ha de competir són:

BioCarbon Engineering



BioCarbon Engineering és una companyia britànica, formada per un petit equip de 10 persones d'Oxford, que utilitza drones per plantar arbres.

Utilitza tecnologies emergents de teledetecció, vehicles aeris no tripulats (UAV) i màquines d'aprenentatge per permetre una plantació ràpida, precisa i eficient.

DroneSeed



Companyia nord-americana que vol modernitzar el procés de plantació d'arbres amb equips de drones que plantin llavors, fumiguin i controlin el procés de creixement dels arbres. Els seus drones planten llavors i polvoritzadors d'arbres fertilitzants i herbicides per mantenir els arbres sans.

DroneSeed està treballant amb companyies de silvicultura per reforestar àrees talades, i amb ONGs ambientalistes per combatre la desforestació.

DJI Technology



Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co. és una empresa de tecnologia xinesa amb seu en Shenzhen, Guangdong i fundada en 2006 per Frank Wang. Aquesta fabrica drones, per a fotografia aèria i videografia, plataformes de vol, càmeres, sistemes de propulsió, estabilitzadors de càmera i controladors de vol.

Drone Volt



Líder francès en drones civils, està especialitzada en la fabricació, muntatge, distribució i venda de drones professionals desde la seva creació en 2011. Està situada a França i també a l'estranger (Dinamarca, Bèlgica, Canadà, Suïça, Itàlia i Estats Units).

SenseFly



Va ser fundada en 2009 i ràpidament es va convertir en líder en el mapeig de drones. SenseFly es la filial de drones comercials de Parrot Group.

La seves solucions de drones provades simplifiquen la recopilació i l'anàlisi de dades geoespaciales, permetent als professionals de la topografia, l'agricultura, la enginyeria i

la ajuda humanitària prendre millors decisions, més ràpidament.

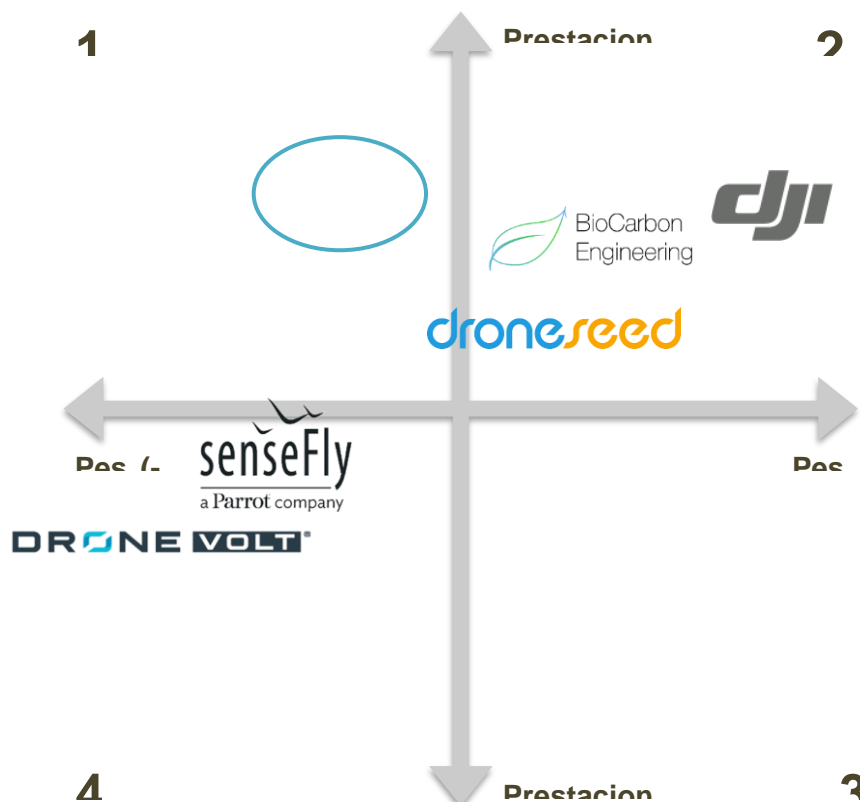
3.2.2. LÍDERS DE MARCA I MAPA DE POSICIONAMENT

Per determinar les marques més potents, i per tant, líders en aquest mercat, s'ha analitzat els diferents drons de l'àmbit de l'agricultura que hi ha al mercat tenint en compte les seves prestacions.

Les prestacions que tenim en compte son, principalment, que plantin llavors i que plantin més en un menor temps.

Analitzant aquest mapa, s'observa el posicionament al mercat de les empreses competidores, utilitzant com a variables comparatives les prestacions del producte i el seu pes.

- Primer quadrant (1). Situat en la part superior esquerra. Aquesta seria la zona ideal, ja que tindria molt bones prestacions i amb un pes del producte baix.
- Segon quadrant (2). Situat en la part superior dreta. És una zona relativament bona, oferint molt bones prestacions però amb un pes del producte alt.
- Tercer quadrant (3). Situat en la part inferior dreta. És inviable, ja que ofereix molt poques prestacions i amb un pes molt alt.
- Quart quadrant (4). Situat en la part inferior esquerra. És una zona poc viable, ja que aquesta ofereix molt poques prestacions i amb un pes baix.



Com es pot observar en el mapa de posicionament, les marques que actualment hi ha al mercat estan distribuïdes en diagonal. Això ens indica que hi ha dons amb molt pes i amb altes prestacions i drones totalment al contrari, amb baix pes però amb poques prestacions.

El meu producte té l'oportunitat de cobrir un sector del mercat (el·lipse blava), oferint un pes reduït i amb bones prestacions. D'aquesta manera ens diferenciarem de la competència actual.

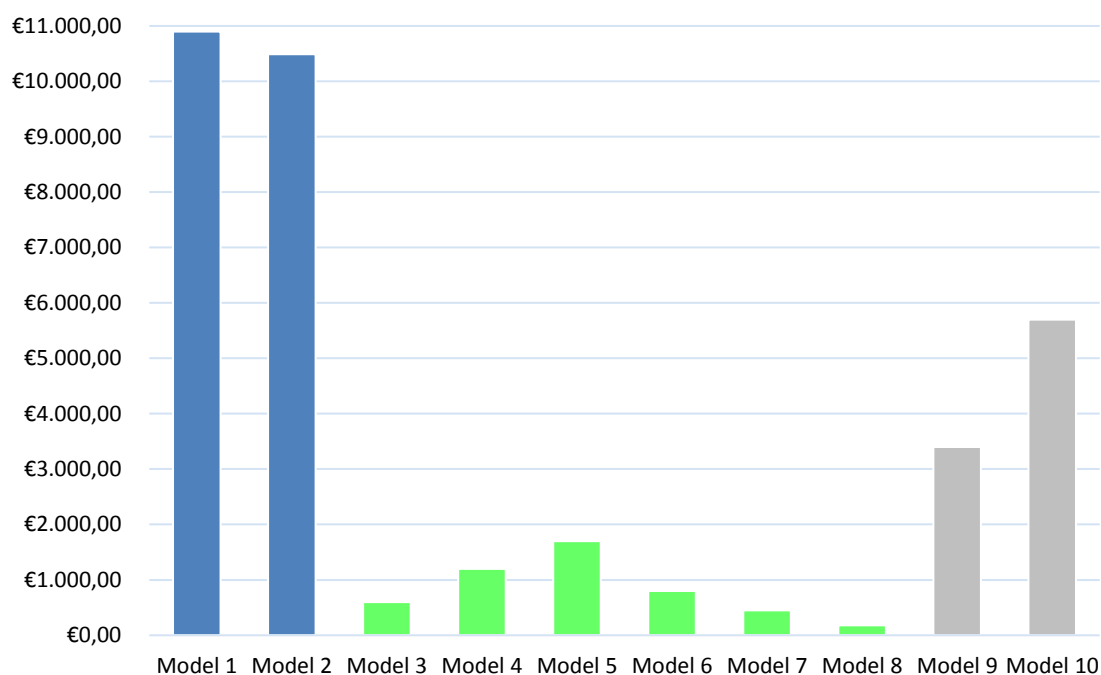
ANÀLISI DE PREUS

A continuació, es mostra un anàlisi de preus de diversos models de drones que hi ha disponibles actualment al mercat.

Es cert, que la funció principal del meu drone es reforestar. Tot i així, el seu disseny està pensat per tal de que la part inferior d'aquest, part per llençar les llavors, es pugui utilitzar també per a un drone comú del mateix estil. Per aquesta raó, es necessari tenir en compte els preus de tots els tipus de drones, per tal de realitzar correctament aquest estudi.

Per dur a terme l'anàlisi, s'ha consultat diferents empreses i s'han triat diferents marques i models que es puguin comparar entre ells per poder extreure una idea vàlida del cost dels diferents drones en l'actualitat. Podem trobar la taula.

Nº	Marca	Model	Preu
Agricultura			
1	DJI	Agras MG-1S	10.899,00€
2	SenseFly	eBee SQ	10.490,00€
Oci			
3	DJI	Spark	599,00€
4	DJI	Mavic Pro	1.199,00€
5	DJI	Phantom 4 Pro	1.699,00€
6	Parrot	Disco	799,90€
7	Parrot	Bebop 2	449,90€
8	Parrot	AR.Drone 2.0 Elite Edition	179,90€
Comercial/Audiovisuals			
9	DJI	Inspire 2	3.399,00€
10	DJI	Matrice 600 Pro	5.699,00€



En la gràfica de sobre es mostren els diferents preus de les marques principals del mercat. Segons aquest estudi, els drones per al oci (barres de color verd) ronden al voltant dels 820€, depenent de la marca i les prestacions.

D'alta banda, els drones per fins audiovisuals (color gris), es mouen al voltant dels 4.550€ i, per altre costat, hi ha els productes que es diferencien per la seva tecnologia i innovació (color blau), aquests ja pugen més de preu, al voltant de 10.695€, ja que ofereixen unes prestacions diferenciadores, donant més valor al producte.

Gràcies a aquest anàlisi, s'arriba a la conclusió que per poder situar-se en una bona posició dins del mercat, cal desenvolupar un producte innovador, que satisfaci a l'usuari i a les seves necessitats i que alhora tingui un preu competitiu que rondi els 2.000€, tenint en compte que aquest té una part que es pot utilitzar per a uns altres tipus de drones.

D'aquesta manera, es diferenciarà dels productes més comuns al mercat en quant a disseny i dels productes més sofisticats en quan al seu preu.

3.3. ESTUDI DE MATERIALS

En el aquest apartat, s'estudia els requisits dels materials que ha de presentar un drone per tal de dur a terme correctament la seva funció.

Els requisits principals són:

- Lleuger, per tal de facilitar el vol.
- Corrosiu, per suportar condicions climàtiques adverses i que així tingui una vida útil llarga.
- Resistent, per tal de que no es trenqui amb facilitat si es topa amb qualsevol obstacle.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

A continuació, analitzem els materials emprats en els drones de reforestació actuals, prenem com a exemple d'anàlisi el drone Agras MG-1S, de la empresa DJI.

El cos d'aquest drone es lleuger, però durador i capaç de suportar condicions climàtiques dures, per tant, la seva estructura està confeccionada de materials d'alta resistència de fibra de carboni. Aquesta fibra sintètica té propietats mecàniques similars al acer, amb una resistència al impacte superior, i es tan lleugera com la fusta o el plàstic

Per una altra banda, aquest drone en particular es susceptible a la pols i a la corrosió, pel que l'Agras MG-1S està dissenyat com un cos segellat i amb un sistema de refredament centrifugat eficient i integrat.

3.4. ESTUDI DE FUNCIONAMENT

En el següent apartat, es realitza un estudi del funcionament dels drones actuals, fent especial èmfasi en les funcions que realitzen aquests per poder dur a terme la sembra. A continuació, s'estudia el funcionament de dos drones, BioCarbon Engineering i Agras MG-1S.

BioCarbon Engineering

El treball que realitza aquest drone consta de quatre fases:

1. Cartografia

L'objectiu d'aquesta fase es reunir tota la informació sobre l'àrea de interès com sigui possible, captant un mapa del terreny detallat en 3D i marcant qualsevol obstacle o àrees desplantades.

2. Sembrar

La informació obtinguda a l'etapa anterior es processa per crear un patró de sembra optimitzat sobre l'àrea d'interès, evitant els obstacles coneguts, àrees desplantades i arbres existents.

Aleshores, aquests drones volen a dos o tres metres del terra i disparen una beina que conté llavors pre-germinades cobertes en un hidrogel nutritiu.

3. Supervisió

L'UAV recull dades diverses vegades després de la sembra i supervisa l'evolució del ecosistema recentment plantat.

4. Recopilació de dades

Les dades de les fases 1 i 3 es calculen per algoritmes d'aprenentatge automàtic i s'analitzen abans de la pròxima ronda de sembra per millorar la intel·ligència del ecosistema.

Agras MG-1S

Pel que fa al Agras MG-1S, consta d'un sistema propulsió que permet transportar fins a 10kg de cargues útils líquides, incloent pesticides i fertilitzants. Així mateix, presenta un sistema de control i posicionament mitjançant radars. Aquest, durant el vol, escaneja el terreny mantenint la altura i la distància entre les plantes de forma automàtica, aconseguint entregar la quantitat òptima de líquid al cultiu i assegurar així la uniformitat dels tractaments.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

El sistema de control permet, a més, reiniciar la fumigació en el mateix punt on s'ha interromput, gràcies a una memòria intel·ligent que registra la trajectòria que realitza el drone i recorda les seves coordenades.

D'una altra banda, si es produeix qualsevol error en un sensor, el sistema canviarà automàticament a l'altre sensor per continuar el vol de forma segura i fiable.

L'Agras MG-1S disposa de tres modes de vol: intel·ligent, manual plus i manual, segons el terreny i les necessitats específiques de cada missió.

Sota el mode Intel·ligent, el vol pot planificar-se fàcilment tan sols pressionant uns pocs botons, sense necessitat de mapes de coneixement o cap altre software. El mode Manual Plus, s'utilitza per a terrenys irregulars. I, per últim, sota el mode Manual, el pilot controla lliurement el drone.

3.2.3. MATRIU DAFO



Tal com es pot observar a la DAFO, hi ha diversos punts dels quals podem treure un gran benefici, encara que n'hi ha d'altres que poden ser inconvenients a l'hora de voler vendre el producte.

A continuació, s'analitza la matriu:

Fortaleses

- El meu producte té un pes menor a 1,5kg, el que fa que voli a més velocitat i més temps, facilitant així la seva autonomia.
- El seu disseny es modular, ja que la part inferior del drone, la qual escampa les llavors, es pot utilitzar també per a un altre tipus de drone, sempre i quan tingui per a carregar en el xassís inferior.
- Els drones de reforestació fa poc temps que han sortit al mercat, pel que no hi ha gaire competència.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

- El cost aproximat del meu drone serà de 2.000€, un cost suficientment baix respecte als 10.000€ dels drones de reforestació actuals.

Debilitats

- Mercat específic, ja que el disseny es basa en la reforestació.
- L'autonomia del meu producte no es molt elevada. Aquest té un temps de 10 minuts a una potència mitja.
- Al ser una marca no coneguda i nova en el sector, el client pot privar-se de comprar el producte.

Oportunitats

- Segons xifres de les Nacions Unides, cada any es destrueixen al voltant de 13 milions d'hectàrees forestals. Això obriria una oportunitat per que s'utilitzés el meu drone per tal de reforestar aquelles zones devastades.
- El procés de sembra tradicional es llarg i lent, ja que s'ha de recórrer amplies extensions de terreny per anar depositant les llavors. A més a més, es un treball amb un elevat cost. Utilitzant drones es reduiria no només el temps de procés, sinó també es reduiria un 15% del cost.
- La silvicultura es un treball que demanda molt esforç físic i en el qual hi ha molts problemes per trobar treballadors interessats.

Amenaces

- Encara que els drones de reforestació fa poc que han sortit al mercat, n'hi ha moltes empreses que estan treballant en ells.

Hi ha marques líders al mercat, com pot ser DJI, que estan tenint molt èxit amb aquests productes.

màrqueting mix

Amb l'objectiu de posicionar aquest producte al mercat, es necessari desenvolupar una sèrie d'estratègies específiques per analitzar les quatre variables bàsiques del màrqueting mix: producte, preu, distribució i comunicació.

3.2.3.1. ESTRATÈGIES DE PRODUCTE

El meu drone de reforestació compta amb les següents característiques:

- Disseny lleuger (<1,5kg)
- Incorporació d'una tremuja per a l'emmagatzematge i transport de llavors.
- Fàcil muntatge i ús
- Possibilitat per escampar altres materials sempre i quan estigui dins del pes màxim (2,6kg).
- Possibilitat per instal·lar qualsevol altra aplicació, gràcies al seu disseny modular.
- Possibilitat de desmuntar el mecanisme escampador i utilitzar-lo per a l'oci.
- Permet enlairar-se en qualsevol superfície
- Comandament a distància
- Duració de la bateria a màxima potència: 4 min
- Sensor que avisa quan la bateria està baixa
- Velocitats màxima de 72 km/h

- Entre 10-15 llavors per segon

3.2.3.2. ESTRATÈGIES DE PREU

Una vegada analitzada la matriu DAFO, es pot observar com predominen més les fortaleeses que les debilitats i les oportunitats més que les amenaces. Per tant, la millor alternativa serà optar per una estratègia ofensiva.

DAFO	DEBILIATS	FORTALESES
AMENACES	Estratègia defensiva	Estratègia reactiva
OPORTUNITATS	Estratègia adaptativa	Estratègia ofensiva

El meu producte disposa de molt bones prestacions, capaç de competir al mateix nivell que la competència. A més, el meu drone es diferencia de la competència per ser un disseny modular i molt lleuger. A això, li sumem que tindrà un cost bastant baix respecte a aquesta. D'aquesta manera, el meu drone es possa al nivell de la competència, superant-la en quant a preu i diverses prestacions.

3.2.3.3. ESTRATÈGIES DE DISTRIBUCIÓ

A l'hora d'incorporar el meu producte al mercat s'utilitzarà el canal directe, és a dir, es vendrà directament des de l'empresa per a entitats públiques o, fins i tot, per a agricultors.

S'ha escollit el canal directe, ja que aquest sempre serà de major qualitat, degut a que els productes no estan maltractats pels intermediaris. Així mateix, quant més llarg sigui el canal més difícil serà de controlar.

3.2.3.4. ESTRATÈGIES DE PROMOCIÓ

Les estratègies de promoció, són les habilitats, les destreses a utilitzar per a donar a conèixer, informar o recordar el producte als consumidors i als no consumidors.

Per a donar a conèixer el meu producte, es promocionarà mitjançant la seva pàgina web per tal d'oferir els seus serveis i on es permetrà contactar amb la empresa.

A més, es promocionarà també en fires com, per exemple, el Mobile World Congress, amb l'objectiu de donar a conèixer el meu drone.

D'altra banda, es podrà enviar mostres del drone a les entitats públiques perquè la provin i puguin decidir si adquirir-la.

4. DISSENY Y DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE

En aquest apartat veurem totes les fases per les que he passat per arribar al disseny final.

Primerament s'ha d'analitzar el problema per veure que es pot fer per solucionar-lo. Un cop és té la idea de com es pot resoldre, és plasmarà mitjançant esbossos. Seguidament veurem els plànols i el 3D per dimensionar el producte, on tindrem en compte els components estàndard de l'empresa per el disseny del drone. Un cop tenim el primer disseny s'utilitzaran les tècniques per millorar el producte apreses en l'assignatura de MEDI. Finalment obtindrem el disseny final i es seleccionarà el material per a les diferents parts del producte.

4.1. ANALISI DEL PROBLEMA

La idea de construir un drone sempre va estar present en la meua ment aquests últims anys i vaig trobar en aquest projecte l'oportunitat perfecte per dur-la a terme. Però no volia construir un drone qualsevol, volia afegir-li alguna aplicació per fer-lo innovador i únic. Així doncs, vaig pensar en els problemes que hi havia al món actualment, i fent un brainstorming vaig tenir una idea interessant que m'agradava molt. La plantació de vegetació mitjançant un drone.

El problema que vaig detectar va ser que hi ha llocs on es molt complicat l'accés per a moltes persones i, a més, si vas amb maquinaria encara és més difícil. Per això, la meua idea es utilitzar un drone amb comandament a distancia que pugui escampar les llavors per aquest terreny de difícil accés. A més, es podria augmentar la velocitat de plantació i, reduir així, el temps en reforestar tota una zona.



Figura 14. Bosc cremat

4.2. ESBOSOS

A continuació veurem les principals idees amb les que vaig començar aquest projecte. La meua intenció era centrar-me en el l'acoblament d'un mecanisme que facilites la plantació de les llavors, per aquest motiu els dissenys van més centrats en el mecanisme i el seu acoblament al drone, que en fer un producte molt vistós estèticament.

La primera idea que em va sorgir va ser la de acoblar un mecanisme disparador, que mitjançant aire a pressió, fes sortir les llavors disparades cap el terra. Aquesta idea va ser descartada perquè augmentaria el pes del drone considerablement ja que caldria afegir un dipòsit d'aire, a més del dipòsit per emmagatzemar les llavors.

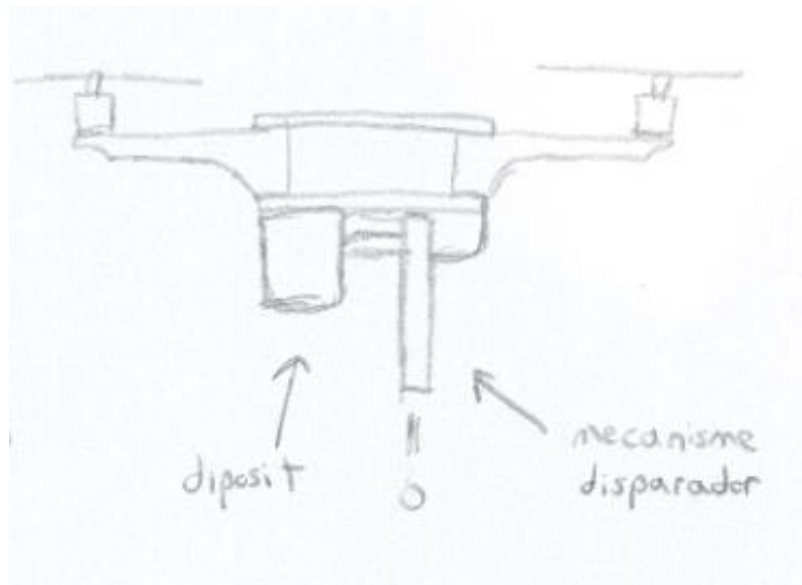


Figura 15. Drone disparador

La segona idea va ser molt semblant però en comptes d'utilitzar aire a pressió, utilitzaria un motor elèctric amb engranatges per fer que les llavors surtin disparades. Però també vaig descartar aquesta idea perquè creia que el mecanisme i el seu acoblament eren massa complexos.

També vaig pensar en una mena d'embut i que caiguessin per la pròpia força de gravetat, però amb un mecanisme que fes de tap i regulés la sortida de les capsules de llavors.

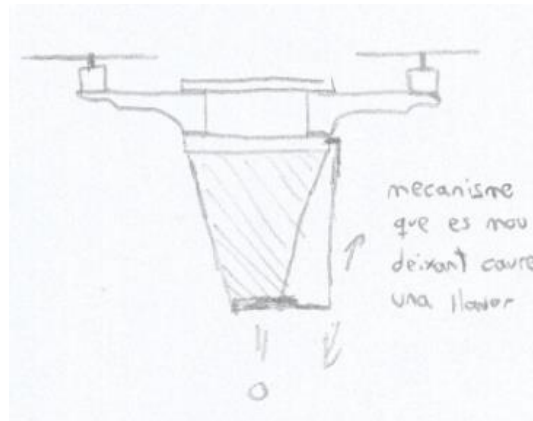


Figura 16. Drone mecanisme gravetat

La idea definitiva va ser la d'acoblar una tremuja on s'emmagatzemarien les llavors i un plat giratori a la seva base, que faria que a mesura que les llavors vagin caient surtin disparades per la força centrífuga. Aquesta idea em va semblar molt interessant ja que es podrien portar més llavors i el mecanisme seria més senzill que els anteriors.

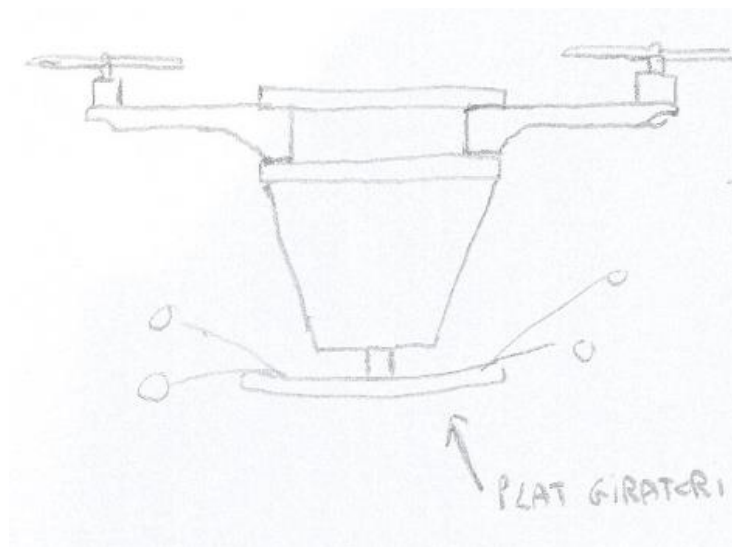


Figura 18. Drone mecanisme giratori

4.3. PRIMER DISSENY

En aquest apartat és on dimensionarem el nostre drone adaptant els productes estàndard de la nostra empresa al disseny. Aquest components són:

- Bateria
- Motor
- Regulador de velocitat
- Placa controladora
- Cablejat
- Cargols

Es poden veure detalladament les característiques d'aquests components al apartat 5. Disseny de hardware.

Després de realitzar els plànols del disseny inicial (Veure Annex 12.3), veurem el

producte y totes les seves parts que el componen, una explicació de quina es la funció amb les mesures principals d'aquest component i com van units a les altres peces.

En la imatge del conjunt (Figura 19) podem veure el muntatge de totes les peces que compondran el nostre producte. Cal destacar que casi totes les parts van cargolades a excepció del tapo de goma. També he inclòs els motors en aquesta imatge, encara que siguin un component estàndard) ja que hi ha peces que van unides als eixos i són una part principal del muntatge.

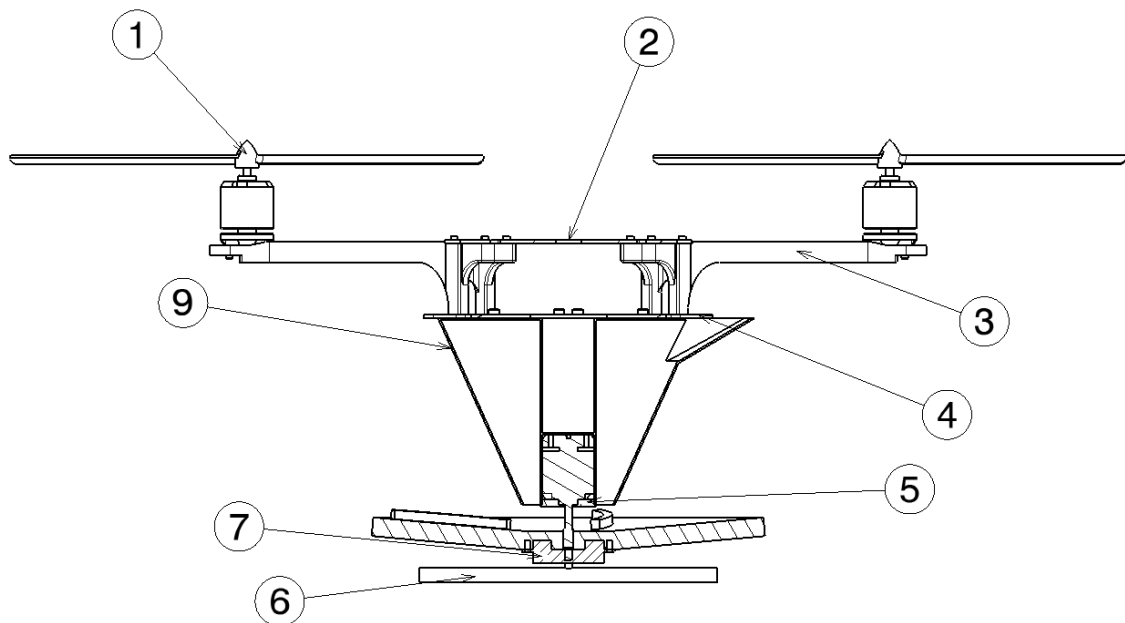


Figura 19. Conjunt inicial

El drone esta format per els següents components:

1. Hèlix: De les parts més importants del mecanisme, ja que són les encarregades de fer volar al dron. Contra més gran sigui més força farà per enlairar-se (també influeix el motor òbviament). Al centre hi ha una base en forma cònica on s'acoba l'eix del motor. Té dues aspes separades 180° en forma d'arc (veure Anex X) que són les encarregades de fer volar el dron amb el seu gir. Les mesures màximes són 255 x 15 x 12.9 mm.

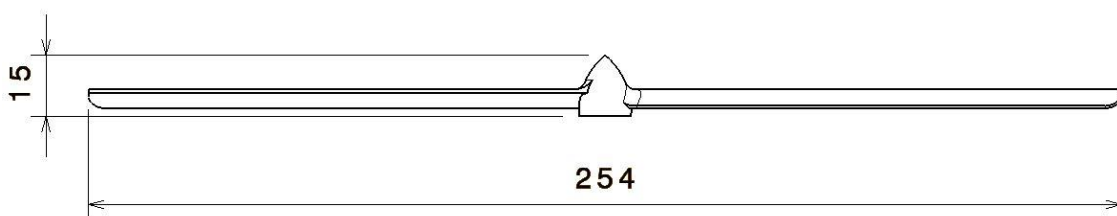


Figura 20. Hèlix

2. Xassís superior: Com podem veure en la imatge (Figura 21), la seva forma es d'un quadrat on se li han retallat els costats en arc i formant un xamfrà a les seves puntes. Les seves mides són de 132,7 mm de costat amb un espessor de 2 mm. Té diversos forats que serveixen per cargolar els braços. Les altres rebaixes de material són per fer el material més lleuger i estèticament atractiu. En el xassís superior aniran els components electrònics com la placa controladora i el cablejat.

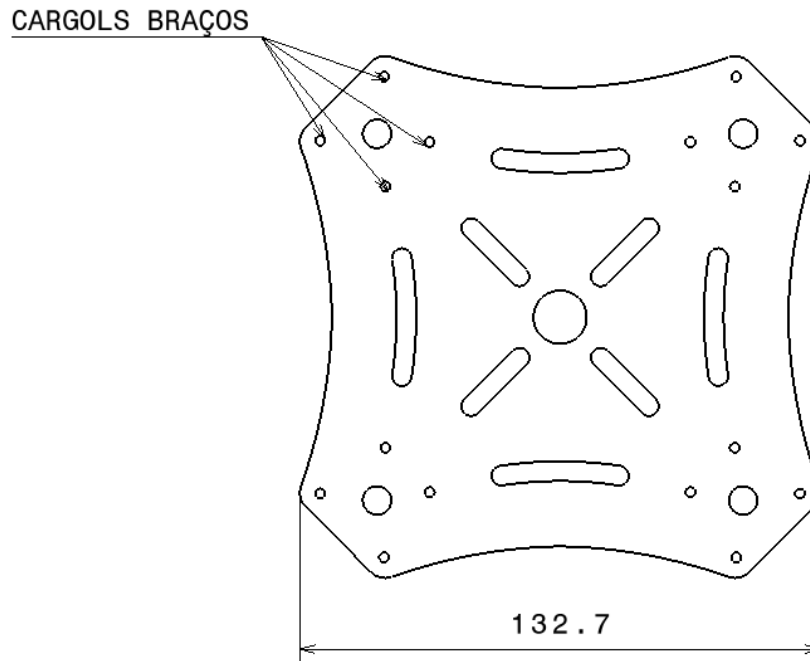


Figura 21. Xassís superior

3. Braços: Aquest component té la funció d'unir el xassís superior amb l'inferior i a més els motors per fer girar les hèlix van cargolats al seu extrem. Per tant, han de estar fets amb un material resistent ja que han de suportar una gran força. Té forma allargada i rectangular acabant en una circumferència en el seu extrem. Té un rebaix de material en forma de triangles que he fet per rebaixar material i fer l'estructura més rígida i estèticament atractiva. La part superior del braços va cargolada al xassís superior (Figura 22) i la part inferior al xassís inferior. L'extrem té forma circular per poder acoblar bé el motor i va cargolat per la part inferior de la peça. Les seves mesures màximes són de 215 mm de llargada per 40 mm d'amplada.

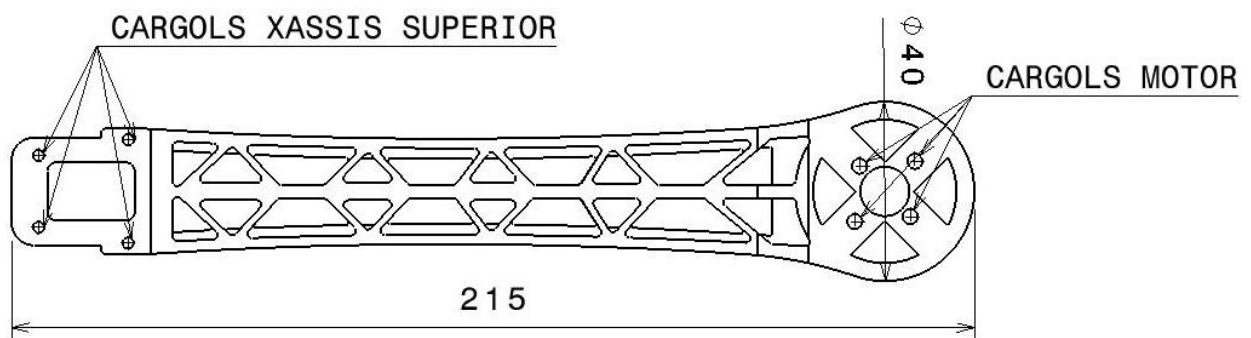


Figura 22. Braç

4. Xassís inferior: El xassís inferior té forma de dos fletxes oposades amb les seves puntes arrodonides. S'ha dissenyat amb aquesta forma per facilitar la unió amb els braços i la tremuja, ja que aquesta té una petita obertura per poder ficar les llavors. Va unit amb cargols amb les dos parts mencionades abans i les potes. A més dels forats per cargolar les diferents parts, s'han fet rebaixes de forma rectangular per fer-lo més lleuger i atractiu. La seves mides són de 159.9 x 170 mm amb un espessor de 2 mm.

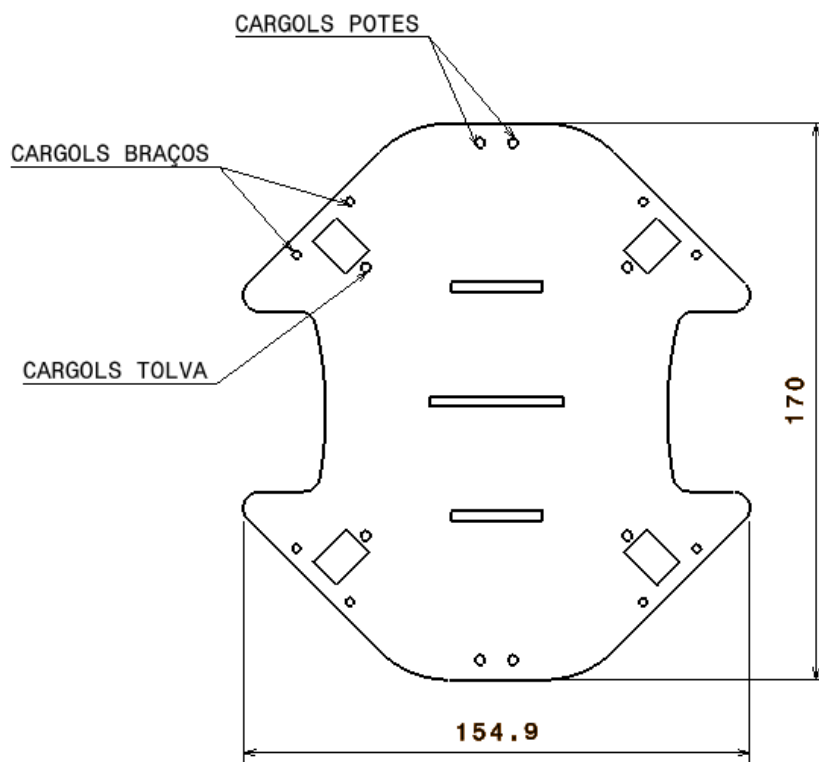


Figura 23. Xassís inferior

5. Tap goma: La seva funció principal d'aquest component és la de fixar el motor en el seu habitacle. Va ficat a pressió per això el material ha de ser molt flexible. Va unit amb el cilindre interior de la tremuja. Té forma circular i va foradat perquè pugui passar l'eix del motor. Les seves dimensions màximes són 30 x 4 mm.

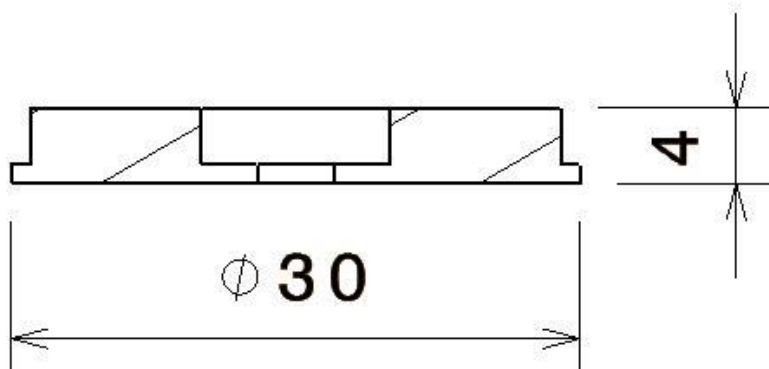


Figura 24. Secció tap

6. Potes. Aquest component li dona estabilitat al drone per aterrar i enlairar-se. Té una base cilíndrica de 160 mm de llarg i un diàmetre de 8 mm. La part superior, que és per on es cargola amb el xassís, i la base estan unides amb un arc de forma cilíndrica. La seva altura màxima és de 141.7 mm.

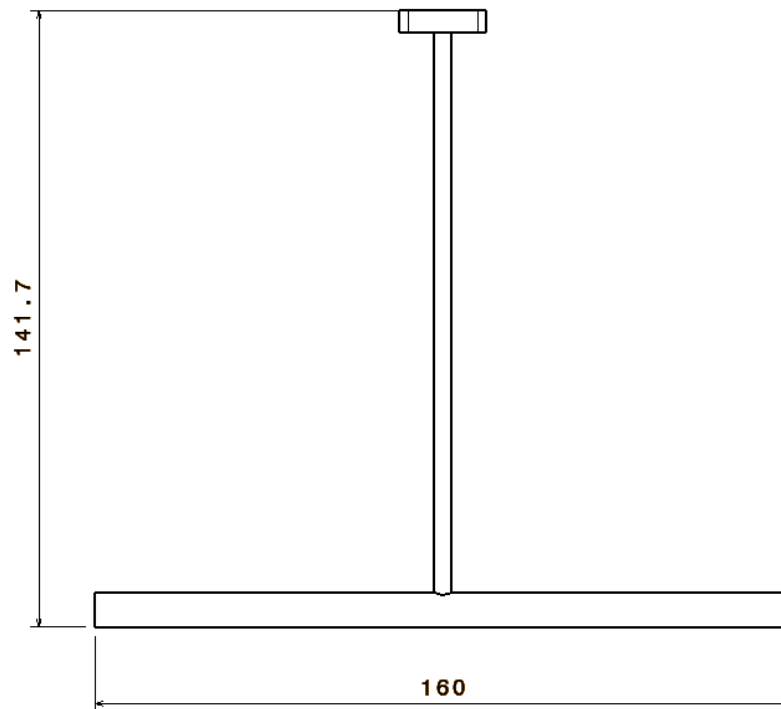


Figura 25. Suport

7. Tapa: La seva forma és circular. Va unit directament al plat amb cargols i fa de tope amb l'eix del motor. Té la funció d'unir tot aquest conjunt de 3 peces. Les seves mesures màximes són 50 x 12.2 mm.

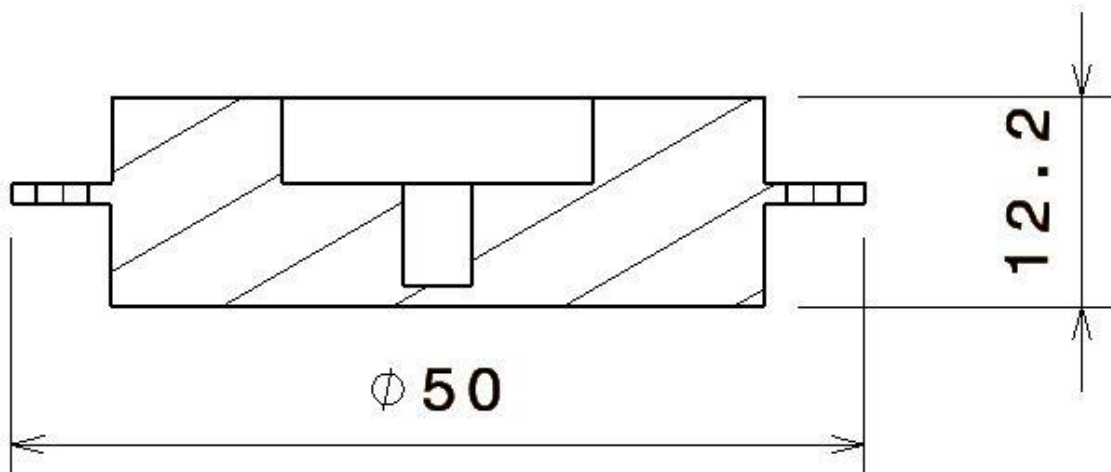


Figura 26. Secció tapa

8. Plat giratori: Com el seu nom indica té forma de plat. Té la funció de fer sortir disparades les llavors amb la força centrífuga i amb la seva curvatura evitar que al sortir de la tremuja puguin caure per qualsevol lloc. Va unit a l'eix del motor per on es transmet el gir i va cargolat per la part inferior a un tapa que acaba d'unir el plat amb l'eix del motor. Le incorporat 4 guies per fer que les llavors surtin una mica corbades. La seva dimensió es de 211.2 mm de diàmetre i té un espessor de 10 mm.

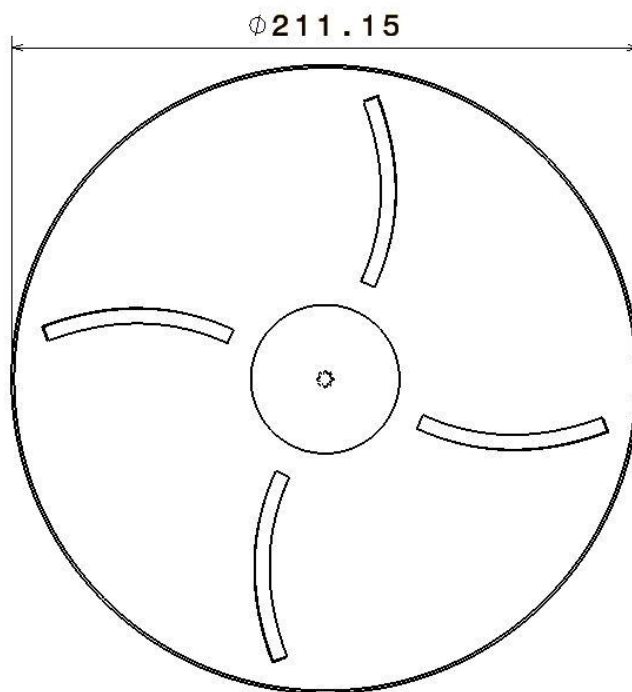


Figura 27. Plat inicial

9. Tremuja: La seva forma és cònica. Esta obert per la part inferior que és per on sortiran les llavors. La part superior anirà cargolada al xassís inferior. Té una estructura cilíndrica al seu interior que es on anirà acoblat el motor per fer rotar el plat giratori. Aquest cilindre interior té un petit forat per on passaran els cables que el connectaran a la placa controladora. S'ha incorporat una petita obertura per facilitar la introducció de les llavors. Les seves mesures màximes són 170 x 100 mm amb un espessor de 1.2 mm.

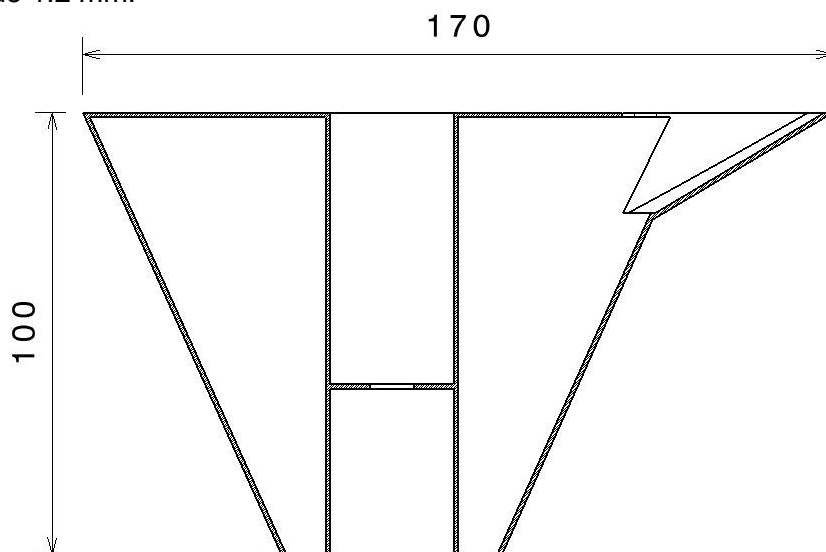


Figura 28. Tremuja inicial

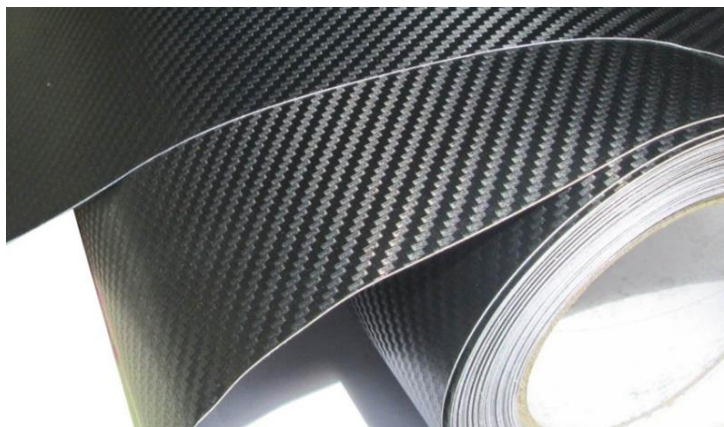
4.4. SELECCIO DE MATERIALS

Abans de començar el disseny final, hem de tenir una idea dels materials que podem fer servir, i així dissenyar tenint en compte les característiques dels materials que disposem. Així doncs, he fet una recerca intensiva de materials per poder construir el quadcopter, enfocat en lo que hem donarà un elevat rati autonomia/pes. Cal dir també que tindre en compte que al ser un projecte experimental no hi haurà una producció en cadena, per això crec que la millor opció és fer-lo amb tècniques de prototipatge ràpid.

Els principals materials que he destacat són els següents:

- Fibra de carboni: Esta formada per petits filaments de 5- 10 μm de diàmetre i composta principalment de carboni. Cada filament de carboni és la unió de milers de fibres de carboni. Té propietats similars a l'acer, la seva resistència longitudinal ronda els 1100 MPa, però la transversal esta sobre els 50 MPa. A més té una baixa densitat ($1,6 \text{ g cm}^3$). El seu principal inconvenient és el seu elevat preu.

A més, és un gran aïllant tèrmic, conductor de electricitat i resistent als canvis de temperatura.



Imatge 1. Fibra de carboni

- Alumini: És un metall no ferromagnètic, i té unes propietats mecàniques que el fan molt útil per a la indústria, com una baixa densitat ($2,7\text{g/cm}^3$) i una elevada resistència mecànica. Segons quina aliatge d'alumini disposem es pot arribar fins als 690 MPa. A més un material barat i de fàcil mecanització.

A més, és resistent a la corrosió, bon conductor de l'electricitat i el calor.

- PLA: És un plàstic biodegradable derivat de recursos renovables com el midó de blat de moro o la canya de sucre. Les seves principals propietats són una densitat baixa (1.25g/cm^3) i la seva resistència mecànica de 65 MPa. El seu principal us és com a filaments per a impressores 3D. Permet crear peces complexes fent servir softwares de CAD. A més és un bon aïllant del calor i la electricitat.



Imatge 2. PLA impressió 3D

- ABS: L'altre material per excel·lència en impressió 3D. És un plàstic molt resistent a l'impacte. S'utilitza molt en automoció i en altres usos tant a industrials com a domèstics. És un termoplàstic amorf.

La característica més important del ABS és la seva gran tenacitat, fins i tot a baixes temperatures. A més és dur i rígid, té una resistència química acceptable, bona estabilitat dimensional, alta resistència a la abrasió i pot recobrir-se amb una capa metàl·lica amb facilitat.



Imatge 3. ABS

- Cautxú: Polímer elàstic molt flexible. És caracteritzat per la seva elasticitat, repel·lir l'aigua i la seva resistència elèctrica. S'obté d'un líquid anomenat làtex que es pot trobar en nombroses plantes. He escollit aquest material per la seva baixa densitat que ronda els $0,95 \text{ g/cm}^3$ i per la seva plasticitat, ja que pot deformar fàcilment i després tornar a la seva forma habitual.



Imatge 4. Cautxú

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

Un cop tenim clar els materials que podem utilitzar definiré de quin material pot ser cadascuna de les peces i faré una taula comparativa per a prendre la decisió.

Xassís superior e inferior

Per aquestes dues peces principals de l'estructura necessitaré que sigui un material bastant resistent per suportar el pes de tot el conjunt, ja que tot va cargolat al xassís. Per això, crec que els millors materials per aquesta funció són l'alumini i la fibra de carboni.

A continuació veurem una taula comparativa entre aquests dos materials amb els les característiques que crec que són més importants per al meu producte. És pot trobar totes les característiques d'aquests materials a l'annex 12.2.

	Alumini	Fibra de carboni
Densitat	2.7 g/cm ³	1.750g/cm ³
Punt de fusió	660,2°C	3800 (g) 3823 K
Aïllant	En certes condicions	Si
Rígid	Més rígid	Menys rígid
Resistent a la fatiga	Si	Si
Resistent a l'impacte	Si	Si
Preu	Normal	Elevat

Taula 1. Comparativa alumini vs fibra de carboni

Com podem veure a la taula 1 l'alumini i la fibra de carboni tenen característiques semblants, però per al meu projecte agafaré com a material per al xassís la fibra de carboni. Encara que el seu preu sigui més car, m'interessa la seva baixa densitat, ja que vull que el drone sigui lo més lleuger possible, i com es un projecte experimental no es fabricarien moltes unitats, per això crec que la fibra de carboni és la millor opció.

Tremuja, tapa, potes i plat giratori

Aquestes peces estaran fetes per impressió 3D per això els materials que utilitzarem i que ens vindran millor són l'ABS o el PLA. Cadascun d'aquests materials té els seus avantatges e inconvenients com veurem a continuació.

El ABS es pot mecanitzar, polir, escatar, llimar, foradar, pintar, pegar etc. amb molta facilitat, i el seu acabat continua sent bo. Gràcies a la seva extremada resistència i petita flexibilitat fan que sigui el material perfecte per infinitat d'aplicacions industrials.

La principal desavantatge del ABS sorgeix en la qualitat d'impressió, ja que tendeix a corbar-se i a deformar-se a la part interior de la peça. A més, també té problemes en els petits detalls d'impressió, per exemple quan volem fer cantonades arrodonides i les fa afilades. En canvi, al PLA, el material pateix menys deformació i els detalls surten més nítidament.

Com he comentat abans el PLA es creat a partir de recursos renovable, per tant, el gran avantatge que té és que és biodegradable.

Els grans inconvenients són que el PLA és més fràgil que el ABS ja que degut als seus components biodegradables fa que tingui una vida útil més curta que el ABS. A més el procés de mecanitzar, foradar, pintar i pegar és més complicat que amb l'ABS.

En quant a la densitat dels dos materials, que és la dada que més m'interessa la podem veure en la següent taula.

	ABS	PLA
Densitat	1.05	1.25

Taula 2. Densitat materials

Com hem vist aquests dos materials són molts semblants i no hi ha masses diferències entre ells. Per això he escollit el ABS, ja que les meves peces no tenen detalls d'impressió i la densitat és més baixa, lo que em proporcionarà tenir una mica menys de pes i que la autonomia augmenti.

Tap de goma

L'únic component de material flexible. Aquesta peça va a pressió en l'habitacle del motor. La seva funció és protegir el motor i que faci de tope per mantenir-lo en el seu lloc. Per això volia un material que fos elàstic i pogués ficar-lo a pressió. Les seves principals característiques són:

- A baixes temperatures es torna rigid
- Densitat: a 0°C 0.95 i a 20°C 0.934
- Alta elasticitat
- No reactiu
- Resistència a la compressió excel·lent
- Rang de duresa: 40-90

4.5. METODES DE MILLORA

Havent vist el producte inicial i els materials del que estaran fabricades les peces me plantejat uns objectius per assolir amb el meu projecte. A continuació s'han llistat els punts més importants.

- Ha de ser fàcilment fabricable
- Ha de ser fàcilment montable
- Que tingui un baix impacte mediambiental
- Que el seu pes sigui el mínim possible.

Un cop tenim els objectius definits les eines que s'utilitzaran per el procés de disseny seran les següents:

- Ecodisseny
- QFD

4.5.1. ECODISSNEY

A l'hora de dissenyar un nou producte és important estudiar molts aspectes, com ara la funcionalitat, ergonomia, estètica, relació qualitat-preu, però també te el mateix nivell d'importància l'impacte que el producte tindrà sobre el medi ambient. Per això, es consideraran criteris ambientals durant el disseny i desenvolupament del producte. S'intentarà reduir fins al mínim l'impacte negatiu del producte al llarg de tot el seu cicle de vida. Cada vegada més s'ha de apostar pel disseny ecològic ja que la quantitat global de productes no deixa d'augmentar i per tant, hi ha mes quantitat de matèria prima consumida. Això suposa un augment en el consum energètic i es generen així més residus al final de vida útil dels productes.

L'ecodisseny és una eina que ens permet fer un checklist de les diferents opcions que tenim a l'hora de dissenyar un producte de manera ambientalment correcta. El seu objectiu principal és realitzar un disseny que minimitzi els consums, emissions i contaminacions durant tot el cicle de vida del producte. En totes i cada una de les

fases del seu cicle de vida (extracció de matèries primes, fabricació, ús, distribució i rebuig), haurem d'estudiar minuciosament la manera de minimitzar qualsevol consum i contaminació.

ANALISI I DEFINICIÓ D'ACCIONS

DESENVOLUPAMENT DE NOUS CONCEPTES

- Desmaterialització: Es minimitzarà el gruix del plat, així com utilitzar la menor diversitat de material possible.
- Integració de funcions: Utilitzar la mateixa quantitat de recursos però dotar de més d'una funció al producte (per exemple: que no només pugui llançar llavors)

REDUCCIÓ DEL CONSUM I DEVERSITAT DELS MATERIALS

- Minimitzar components sense funció important: Es farà un disseny simple eliminant tots els extrems (detalls superficials, elements que no aporten cap funció...) per facilitar la seva fabricació i evitar un excés de residus.
- Optimitzar el gruix de les parets i densitat de materials): Reduir al màxim l'espessor de la tremuja i utilitzar un tipus de plàstic amb la mínima densitat tenint en compte que el plàstic es apte al medi ambient
- Reutilitzar parts del producte: El plàstic del que esta fet la tremuja i el plat es reciclaria per fer un altre producte.
- Evitar l'ús de pintures, laques o altres tractaments superficials: S'utilitzaran pintures especials o simplement afegiríem colorants naturals als plàstics per aconseguir el color desitjat. S'evitarà utilitzar recobriments i laques.

SELECCIÓ DE MATERIALS DE MENOR IMPACTE AMBIENTAL

- Que no contingui substàncies perilloses: Buscar normatives establertes relacionades amb els materials escollits i potenciar els aspectes ecològics al màxim. En cas de que no sigui possible, tornar a fer la selecció de materials. A més, en aquest cas és encara més important ja que al públic al que va dirigit aquest producte es un públic infantil.
- Productes utilitzant processos ambientalment correctes: Reduir processos per a estalviar energia. Fer servir energia renovable al màxim possible al muntatge.
- Fàcilment reciclables: Intentar evitar l'ús de materials tradicionals amb les que es fabriquen normalment les pistoles d'aigua i trobar opcions més reciclables.

REDUCCIÓ DE L'IMPACTE AMBIENTAL DELS PROCESSOS PRODUCTIUS

- Reduir el nombre d'etapes productives: Disminuint la quantitat de materials o components diferents.
- Seleccionar materials i processos que permetin reciclar internament els residus de producció.
- Escollir processos de producció ambientalment correctes (eficients en l'ús d'aigua i energia, que produeixin pocs residus, etc.)

OPTIMITZACIÓ DE LA DISTRIBUCIÓ

- Marcar els materials amb un símbol que els identifiqui.
- Reduir el pes del producte per tal de disminuir el consum d'energia durant el seu transport.

REDUCCIÓ DELS IMPACTES AMBIENTALS DURANT L'ÚS

- Reduir el consum d'energia o aigua per unitat de servei ofert pel producte (incorporant sistemes d'estalvi o millorant l'eficiència en l'ús).

INCREMENT DE LA VIDA ÚTIL

- Identificar i procurar eliminar els punts febles del producte (aquells on es produeixen més trencaments o que han de ser reparats freqüentment).
- Escollir materials i gruixos adequats per assegurar una bona resistència del producte a l'ús continuat.
- Dissenyar el producte en mòduls que puguin ser actualitzats per tal d'adaptar-se a les necessitats.
- Facilitar la reparació i manteniment (per exemple, assegurant que els components més vulnerables es puguin desmuntar i substituir fàcilment).
- Proveir dels recanvis per a la reparació.

OPTIMITZACIÓ DE LA GESTIÓ DE RESIDUS

- Utilitzar materials reciclables o biodegradables.
- Utilitzar el menor nombre de possible de materials diferents.
- Minimitzar l'ús de pintures, laques, additius, tractaments superficials, etc.
- Simplificar el desmuntatge del producte.

CONCLUSIONS

Un cop analitzat cadascun dels punts estratègics, es realitzarà una selecció que s'adapti al producte sense que hi hagi cap contradicció i escollint les màximes millores possibles.

Principalment vull reduir el gruix del plat, ja que així reduïrem bastant el pes del conjunt sencer. A més augmentaré el gruix de la tremuja ja que per el escollit inicialment podria donar problemes a l'hora de fer la impressió 3D. També cal dir que es pot utilitzar el dron per escampar un altre tipus de coses mentre no tingui un pes massa elevat.

En quant a la reducció del consum i diversitat dels materials, eliminaré del disseny elements que no tinguin cap funció, com els detalls superficials. Com he dit en apartats anteriors, també escolliré els materials amb menor densitat i que es puguin reciclar i només utilitzaré com a molt dos o tres materials per fer el meu producte. Si es volgués donar color a les parts es faria servir colorants naturals.

El producte anirà identificat amb una marca de reciclatge i amb informació sobre els materials utilitzats.

Per incrementar la vida útil faré un anàlisi exhaustiu per esbrinar si té algun punt feble, sobretot en la part dels braços o el xassís ja que és la que més força suportarà i per on es podria trencar més fàcilment. A més, es dissenyarà per que sigui fàcilment desmuntable.

4.5.2 QFD

INTRODUCCIÓ

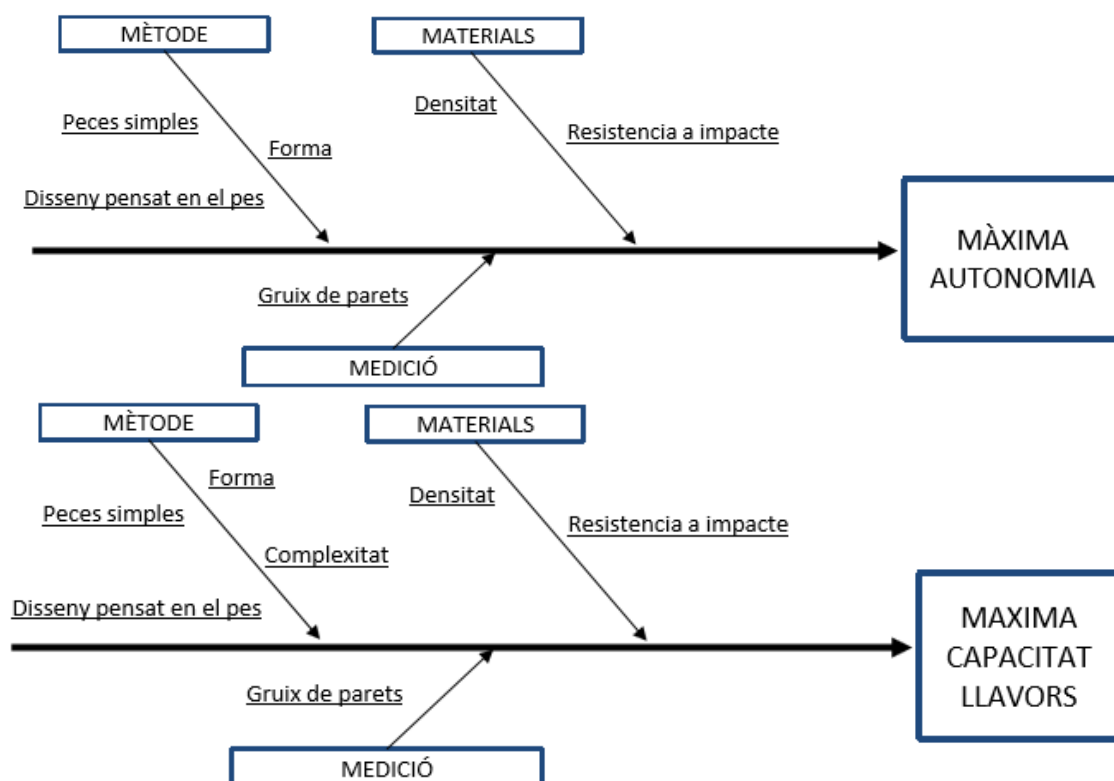
El QFD es un mètode que ens permetrà sistematitzar la informació obtinguda de l'usuari fins arribar a definir les característiques de qualitat del producte adaptant-lo d'aquesta manera al mercat. La meta bàsica del QFD es resoldre els tres principals problemes que existeixen en els mètodes tradicionals de disseny de producte.

- Quines qualitats volen els clients?
- Quines funcions ha de tenir el producte?
- Com poder donar al nostre client el que espera?

Responent a aquestes preguntes obtindrem la satisfacció del client, obtenir informació per a futurs dissenys, millores del procés i proporcionar un sistema fiable del seguiment del producte a través d'un procés.

QFD/ISHIKAWAS 1

Els diagrames de peix que es presenten a continuació representen un petit "brainstorming" partint dels requeriments del client on haure de fer millores al meu producte. S'han agafat cinc categories bàsiques (mètode, materials, mesurament, mà d'obra i maquinària) i a cadascuna d'elles s'han escrit activitats relacionades amb l'objectiu del client. Aquests diagrames s'han estret de la taula QFD que es troba a l'annexa 12.4.



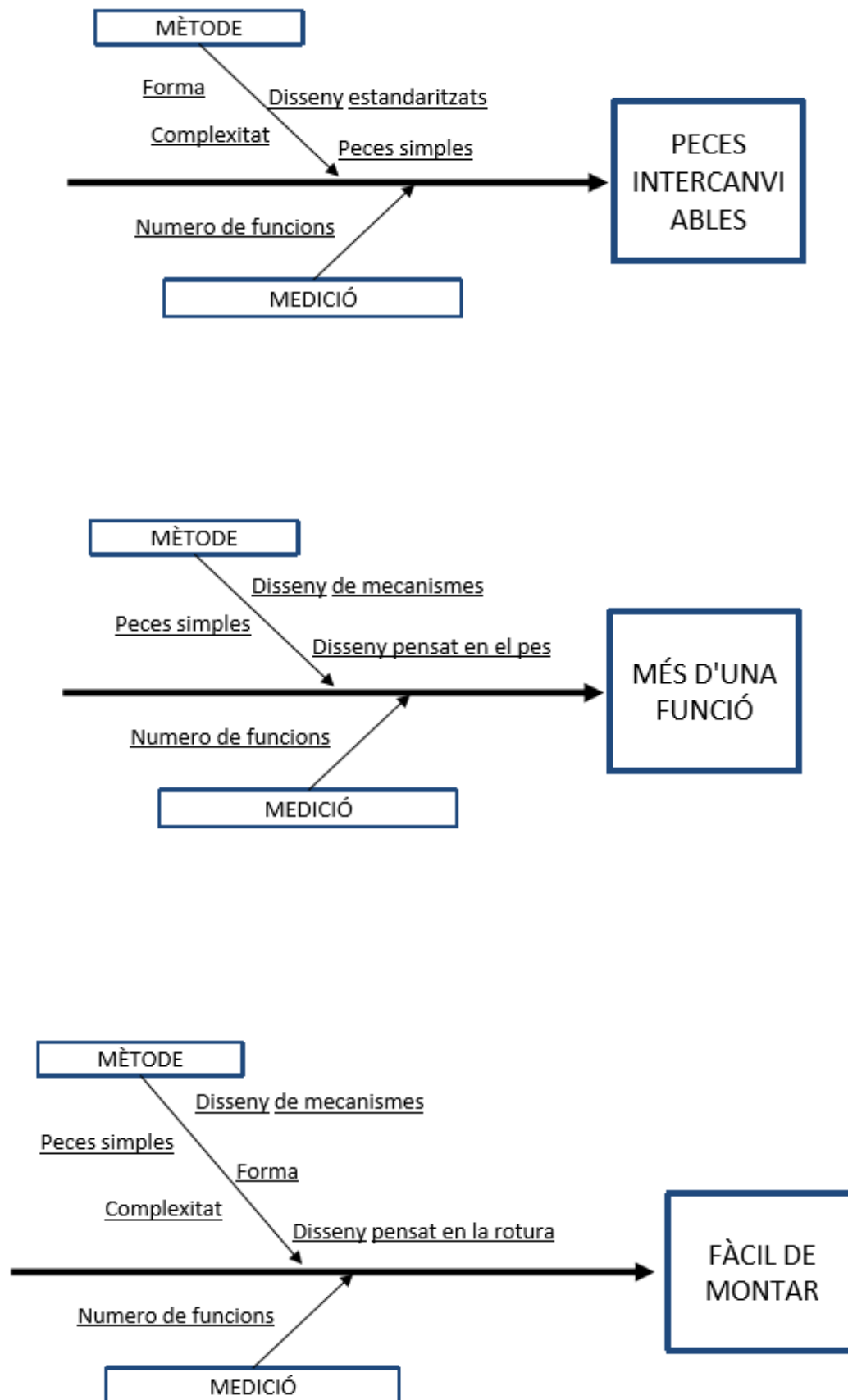
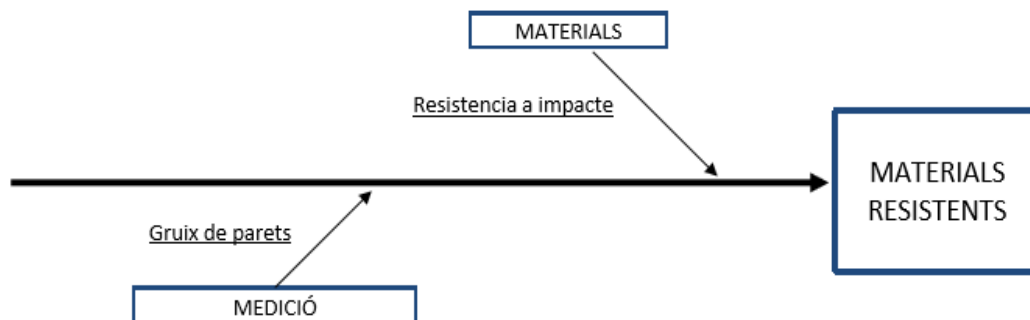
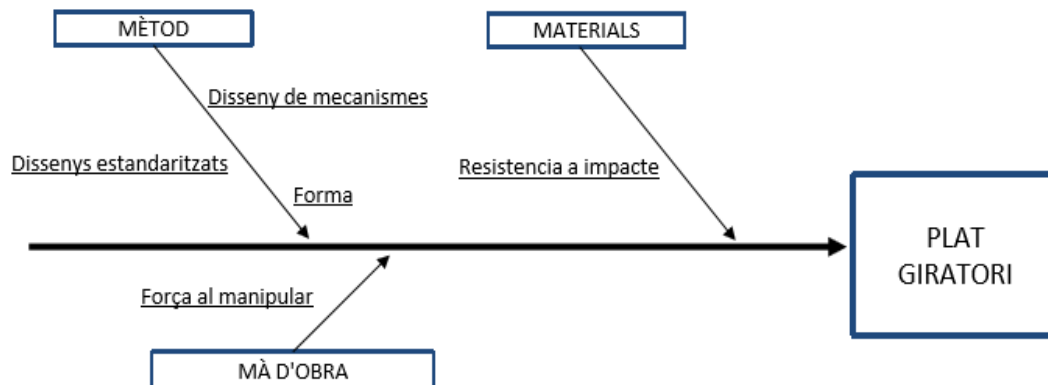
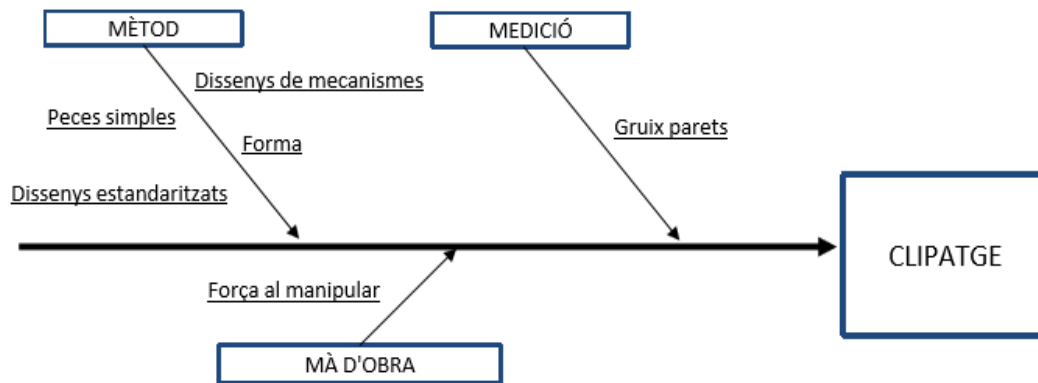


Figura 29. Diagrama de peix QFD I

QFD/ISHIKAWAS II

Pel segon QFD, que trobarem a l'annexa 12.4, s'ha tornat a fer Ishikawas. Aquesta vegada, s'han analitzat les activitats seleccionades al QFD i s'han relacionat amb les diferents parts del producte. D'aquesta manera he pogut omplir la segona taula i establir objectius més específics.



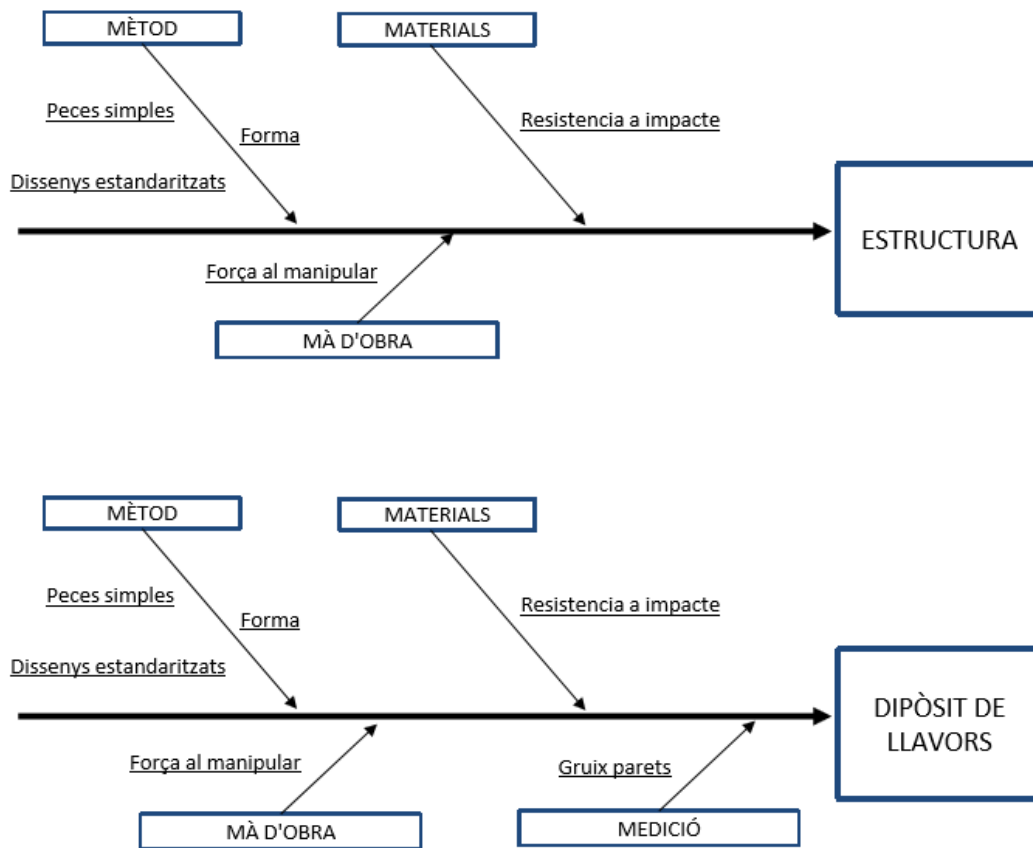


Figura 30. Diagrama de peix QFD II

CONCLUSIONS

Utilitzant aquesta tècnica sabem que els requeriments principals del client són que sigui un producte lleuger, per així poder incrementar la capacitat de la tremuja per emmagatzemar llavors i augmentar també la autonomia del dron, i un producte que sigui fàcil de muntar. A més els altres objectius són que tingui la màxima autonomia possible i la màxima capacitat per portar llavors, que això va relacionat amb la lleugeresa del seu pes. Per això, he seleccionat unes activitats que em permetran assolir aquests i altres objectius de disseny. La resta de requeriments no especificats en aquest document són considerats secundaris, i tot i que tenen una certa importància, no són imprescindibles.

Havent fet dos QFDs, podem concloure que els passos que es seguiran durant el procés de disseny i producció seran els següents:

- Modificació de forma: Al producte final se li modificarà la geometria de la tremuja per augmentar així la seva capacitat i reduir el seu pes.
- Dissenys estandaritzats: Es podran intercanviar braços i estructures.
- Disseny pensat en el pes: Es dissenyaran les peces amb la forma i el material més convenient per disminuir el pes del producte.
- Disseny pensant en possibles trencaments: Ja que el dron funciona a certa altura, el seu disseny haurà de tenir en compte les possibles caigudes per així reforçar els punts més dèbils.
- Número de funcions: Si és possible, s'incorporarà alguna funció addicional.

4.6. DISSENY DEFINITIU

En aquest apartat veurem el disseny final després d'aplicar les millores/solucions que hem vist en els apartats anteriors i explicaré el canvis que he fet i el perquè d'aquests canvis i de la forma final. Es poden veure els plànols del disseny final i de totes les seves parts a l'annex 12.3.

Primerament veurem la secció del disseny final e identificarem de nou les peces, hi ha que he fet alguns canvis. En aquest disseny he afegit també tota la part de la electrònica.

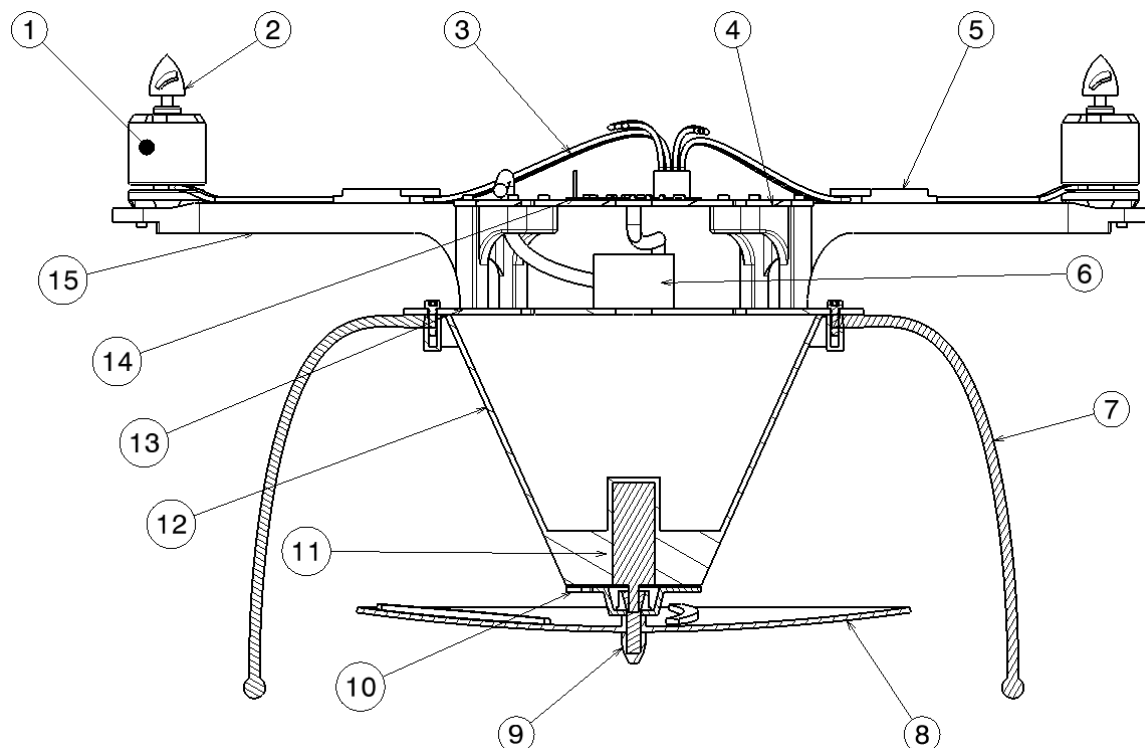


Figura 31. Conjunt final

A la següent taula veurem cadascun dels components d'aquest drone:

1	Motor hèlix
2	Hèlix
3	Cablejat
4	Xassís superior
5	ESC
6	Bateria
7	Pota
8	Plat giratori
9	Subjecció d'alumini
10	Regulador de llavors
11	Motor plat
12	Tremuja
13	Xassís inferior
14	Placa controladora
15	Braç

Com es pot apreciar, els canvis més significatius són a la tremuja, al xassís inferior, el plat i la substitució de la tapa i el tap de goma per un regulador de llavors i la subjecció d'alumini.

Seguidament analitzaré peça per peça els nous canvis aplicats. Els braços i les hèlix no han patit cap canvi del disseny inicial, per tant no els tornaré a posar en aquesta explicació.

4.6.1 TREMUJA

Un dels components principals del meu producte. Vaig tenir molts problemes en ajuntar aquesta part amb el xassís inferior i el conjunt format per el mecanisme giratori. Per aquest motiu vaig refer-la casi completament, encara que segueix conservant les mateixes dimensions. Els canvis són els següents:

- S'ha obert la part superior i s'ha tapat l'inferior, fent uns petits forats perquè passin les llavors i així regular la seva distribució.

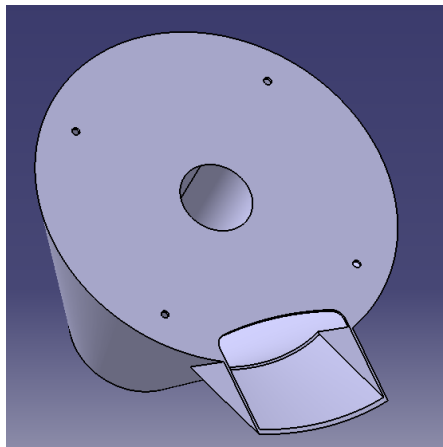


Figura 32. Tremuja tancada

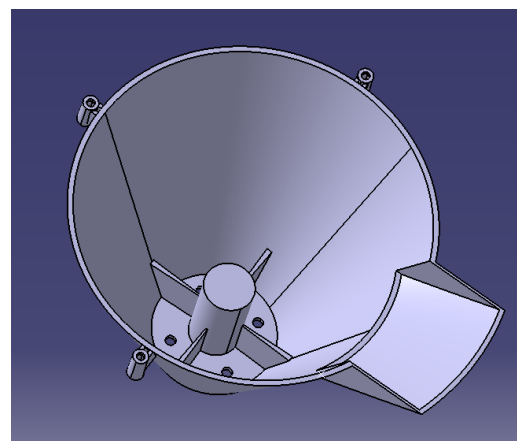


Figura 33. Tremuja oberta

- Recordem que abans la tremuja anava cargolada al xassís per la part tapada superior, al treure això he tingut que afegir tres torretes separades 90° al perímetre exterior per poder cargolar-les.

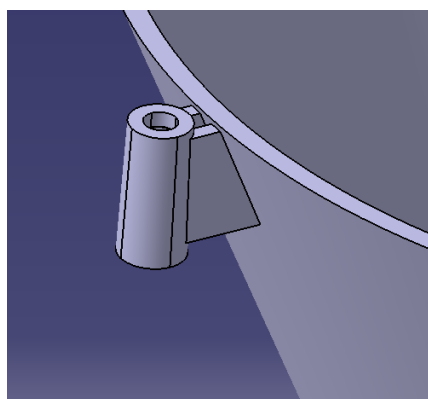


Figura 34. Torreta tremuja

- A l'anterior tremuja hi havia un cilindre que la travessava que era on estava ubicat el motor. Vaig veure que perdia molta capacitat per les llavors i que a sobre m'augmentava el pes del producte, per tant, vaig decidir que el motor entraria per la part de sota de la tremuja i aniria cargolat a la paret del cilindre. Fent això vaig retallar molt el cilindre que tenia inicialment.

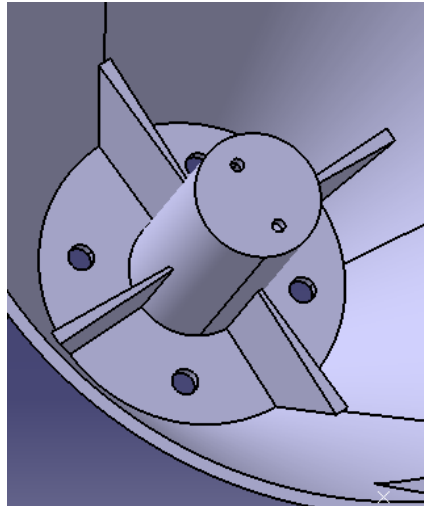


Figura 35. Cubicul Motor

- L'últim canvi que vaig fer va ser afegir uns nervis a la zona on aniria el motor per així proporcionar més resistència a aquella zona.

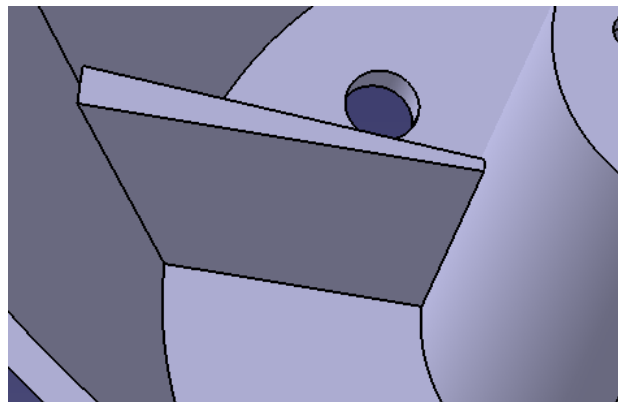


Figura 36. Nervis tremuja

4.6.2. XASSIS INFERIOR

El canvi d'aquest component ve donat per el canvi fet a la tremuja amb les torretes, ja que al canviar el lloc per on cargolar vaig haver de modificar el xassís inferior. Per fer el nou xassís vaig agafar com a referencia el xassís superior i li vaig afegir el material suficient per poder els forats per on aniran els cargols.

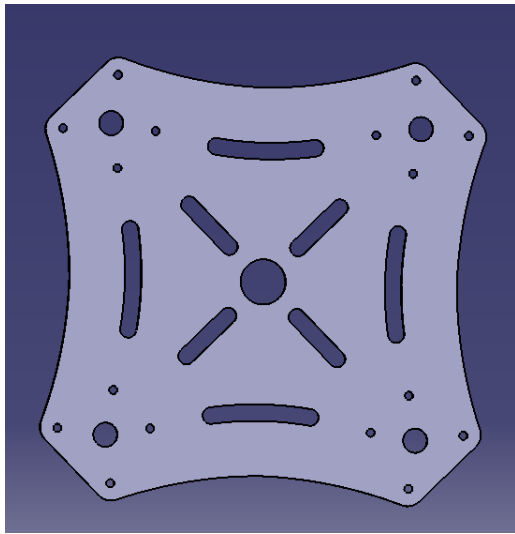


Figura 37. Xassís superior

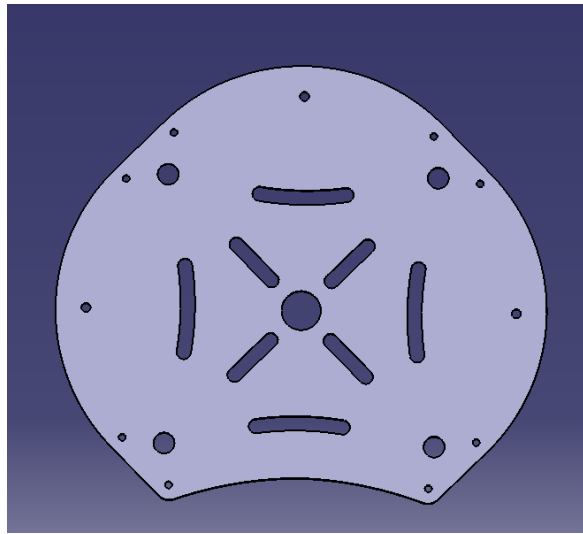


Figura 38. Nou xassís inferior

Com es pot apreciar a les imatges anteriors, la base del nou xassís inferior es la mateixa que el superior però a les zones on es troben les torretes de la tremuja s'ha afegit un mica de material en forma d'arc.

4.6.3. REGULADOR DE LLAVORS

S'ha afegit un nou component el drone que va situat just a sota de la tremuja i va fixat amb la subjecció d'alumini. Aquest nou component és molt simple, té una petita forma cònica amb una base circular. A la base circular podem trobar tres obertures separades per 120° entre si. Per aquestes obertures són per on passen les llavors cada cop que coincideixin amb els forats de la part inferior de la tremuja. Els he fet més grans que els altres per evitar que les llavors quedin atrapades o es produeixi cisallament. En la següent imatge es pot veure més clarament aquesta situació entre la tremuja i el regulador.

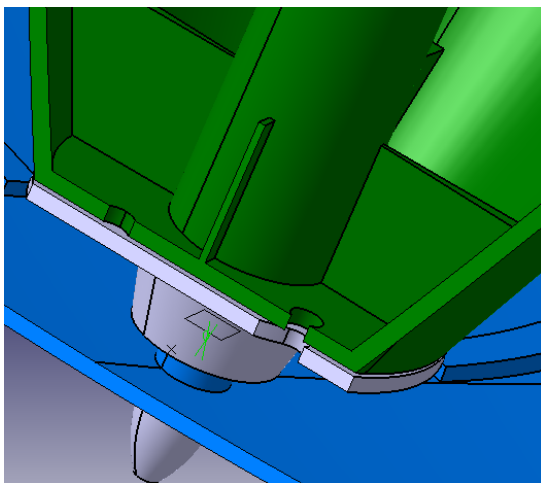


Figura 39. Secció mecanisme regulador

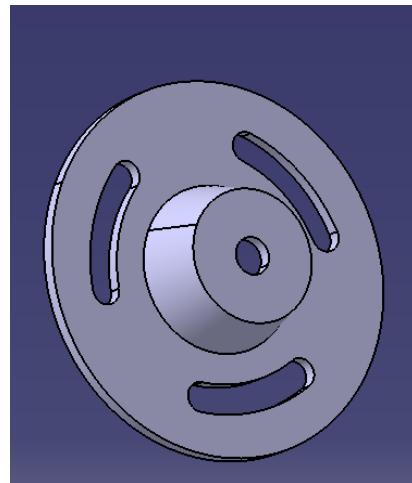


Figura 40. Regulador llavors

4.6.4. PLAT GIRATORI

Aquest component no ha patit grans canvis, els més significatius es detallen a continuació.

- S'ha reduït considerablement l'espessor del plat, ja que al anar lligat amb l'eix del motor es produiria desequilibri i faria que tot el conjunt vibres. A més, amb això, trèiem material al nostre component lo que ens dona un producte més lleuger. L'espessor passa de 10 mm a 2 mm.

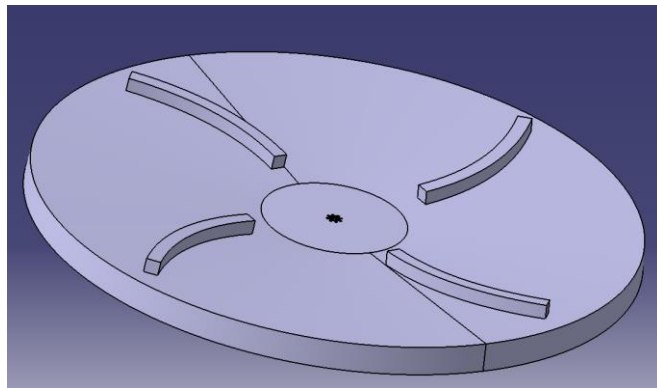


Figura 41. Plat antic

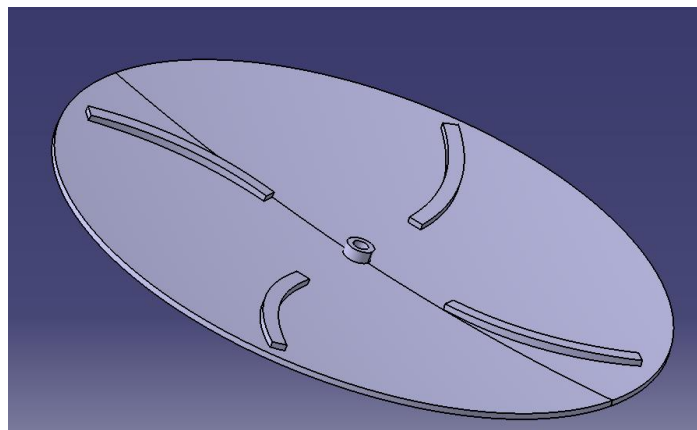


Figura 42. Plat nou

- Al calcular i buscar els components electrònics que em fan falta, he vist que el motor que necessito té un eix diferent a com l'havia plantejat inicialment. Per això, he canviat el disseny i l'he modificat segons el nou mecanisme de transmissió de l'energia que explico en l'apartat X. Funcionament. Abans la transmissió es produïa directament amb el plat, ara es produeix amb la subjecció d'alumini i el plat forma part del conjunt giratori que formen: l'eix del motor, subjecció d'alumini, regulador de llavors i el plat.

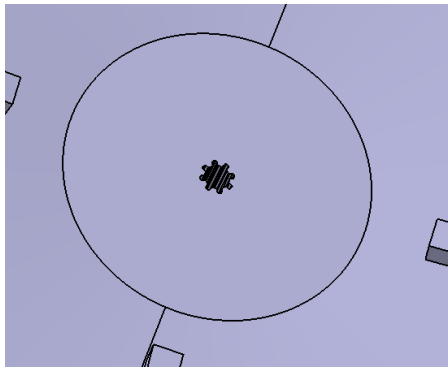


Figura 43. Transmissió eix antic

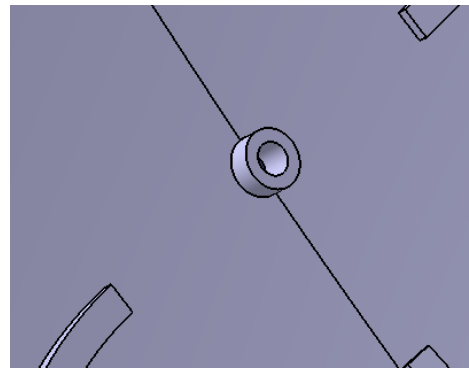


Figura 44. Transmissió eix nou

- Al eliminar el component tapa del conjunt i afegir la subjecció d'alumini s'ha modificat tota la part inferior del plat.

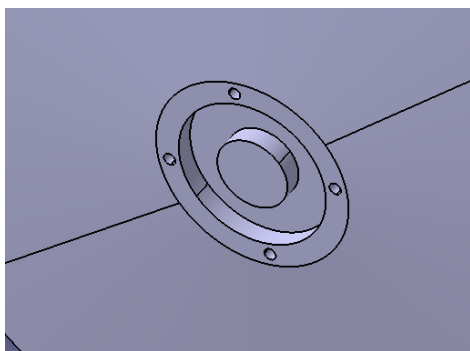


Figura 45. Tap amb tapeta

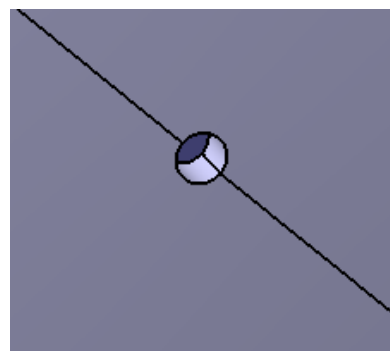


Figura 46. Tap sense tapeta

4.6.5. SUBJECCIÓ D'ALUMINI

Al seleccionar el motor amb un eix diferent al que tenia inicialment necessitava, vaig haver de pensar en un altra manera de que es produís la transmissió de gir. Aleshores vaig fer un ull al mecanisme que s'utilitza per fixar les hèlix als eixos dels motors i vaig voler fer algú semblant.



Imatge 5. Porta-hèlix

En aquest mecanisme és molt simple. Primer de tot es fica el plançó, a pressió, a l'eix. Seguidament va el tope cilíndric que serveix per fixar la part inferior del plançó i fer de suport per el component que vulguis fixar, en aquest cas el regulador i el plat. Un cop aquests components estiguin posats, s'enrosca amb la rosca i queda tot ben fixat.

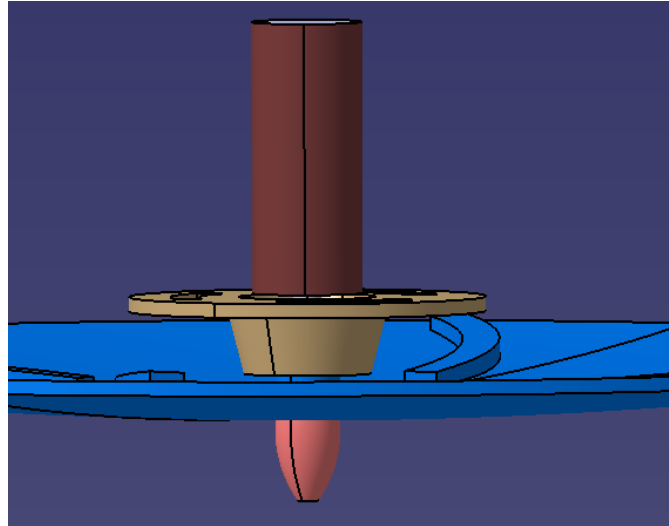


Figura 47. Conjunt mecanisme giratori

4.6.6. POTES/SUPORT

L'única modificació que ha tingut aquest component a sigut a la part superior per poder adaptar-se a les torretes que s'han afegit a la tremuja. S'ha fet un petit buidat de material a la zona de la torreta perquè pugi adaptar-se be. A més, s'han arrodonit les cantonades vives per a més seguretat.

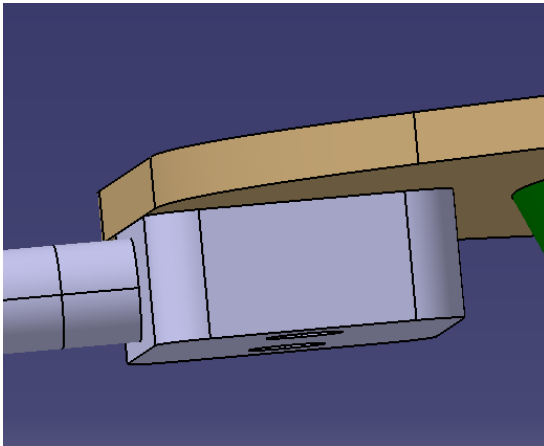


Figura 48. Suport antic

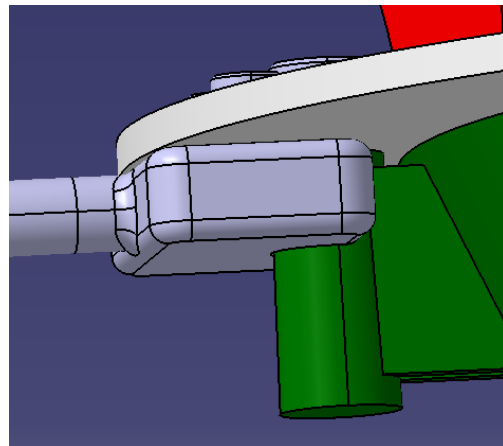


Figura 49. Suport nou

4.7. SELECCIÓ DEFINITIVA DE MATERIALS

Després de la primera recerca i selecció de materials i un cop tenim el disseny definitiu s'ha de tornar a fer la selecció de materials per aquelles peces que han estat modificades o les peces que s'han afegit de noves. També justificaré el perquè de l'elecció d'aquest material. Tot això ho faré d'una manera detallada ja que la investigació de materials ja la vaig fer en el primer disseny. Cal recordar que la idea d'aquest projecte no es fabricar aquests drons en massa sinó fer uns quants prototips per veure si es pot tirar endavant aquesta idea.

Xassís superior i xassís inferior: Encara que he variat la geometria del xassís inferior no varia en la meua elecció del principi. El material que he escollit és la fibra de carboni, ja que necessito que sigui resistent per suportar el pes de tot el dron i a l'hora lo més lleuger possible. Encara que l'alumini és més barat te una mica més de densitat que la fibra de carboni, com van veure en les característiques de l'apartat X. Primera selecció de materials. Cal dir que si volgués fabricar-los en massa escolliria l'alumini ja que sortiria més barat.

Braços, tremuja, plat, potes i regulador: Tots aquests components és faran amb impressió 3D, i el material que més s'adapta a les característiques que necessito és l'ABS. Es pot mecanitzar, polir, escatar, llimar, foradar, pintar, pegar etc. amb molta facilitat, i el seu acabat continua sent bo. Gràcies a la seva extremada resistència i petita flexibilitat fan que sigui el material perfecte per infinitat d'aplicacions industrials. Però la característica que més m'interessa és la seva baixa densitat, lo que fan aquest material molt lleuger.

Subjecció: Per últim, aquest petit conjunt, que el formen el plançó, el tope circular i la rosca, he escollit com a material l'alumini. He agafat aquest material ja volia un material resistent i que no es desgastes amb el gir ja que esta en contacte directe amb l'eix i es el que transmet la rotació. A més, és un material de baix cost, lleuger i molt fàcil d'aconseguir.

Puc afirmar que amb aquesta selecció de materials he aconseguit un producte molt lleuger i a un preu barat. A més, he intentat utilitzar la menor varietat de materials possibles per així reduir l'impacte mediambiental.

4.8. RESUM

En aquest apartat faré una taula resum on posaré totes les parts, el material escollit i el pes total de tot el meu conjunt.

Component	Quantitat	Material	Pes/unitat	Pes
Motor hèlix	4		50g	200g
ESC+Cablejat	4		32g	128g
Xassís superior	1	Fibra carboni	47g	47g
Bateria	2		178g	356g
Pota	2	ABS	11g	22g
Plat giratori	1	ABS	70g	70g
Subjecció d'alumini	1	Alumini	4g	4g
Regulador llavors	1	ABS	4g	4g
Motor plat	1		30g	30g
Tremuja	1	ABS	75g	75g
Xassís inferior	1	Fibra de carboni	65g	65g
Placa controladora	1		5.7g	5.7g
Braç	4	ABS	35g	140g
Cargols M2	42		0.2g	8.4g
Cargols M3	3		0.4g	1.2
Hèlix	4	ABS	6g	24g
Porta-hèlix	4	Alumini	4g	16g
Capsules	179		1g	179g
Plat	1	ABS	70g	70g
		PESO TOTAL		1445.3g

Cal recalcar que la gran part del pes del meu producte ve donat per els components electrònic.

El pes total representa el 53% de l'embranchida calculada anteriorment a l'apartat X. Disseny de hardware. Per tant em passo un 3% del que deuria ser, però crec que tot i així he fet un bon treball de selecció de materials i components ja que la diferència és molt petita.

En conclusió diré que encara que el meu disseny no sigui molt estèticament vistos, compleix els objectius que m'havia establert al començament que són construir un drone amb un mecanisme giratori per escampar llavors, amb un disseny simple, modular i molt lleuger.

4.9. FUNCIONAMENT DEL DRONE

Un cop tenim el disseny definitiu amb els materials i els components electrònics és hora d'explicar com funcionaria el nostre disseny. Per això aniré explicant pas a pas la manera de fer-lo servir.

1. Anar al lloc on es vol reforestar
2. Posar el drone a una superfície lo més plana possible
3. Omplir de capsules de llavors el drone
4. Encendre el drone amb el comandament a distancia
5. Guiar-lo a la zona desitjada

6. Activar el plat giratori amb el comandament
7. Pilotar el drone escampant les llavors
8. Apagar el motor del plat giratori
9. Aterrar el drone

Aquest són els nou punts a seguir per a una bona utilització del drone. Ara explicaré més detalladament els punts on intervien els components electrònics amb els components que he dissenyat per fer el mecanisme de gir (punts 6 i 8).

Activar i desactivar el mecanisme giratori

El mecanisme de gir, que és l'encarregat de escampar les capsules de llavors mitjançant la força de rotació, el formen:

- Motor
- Regulador de llavors
- Plat
- Subjecció d'alumini

El motor esta connectat a la placa controladora, per tant, quan des de el comandament li donem la ordre d'activació, el motor comença a funcionar. El cablejat surt de la placa, passa per un dels forats del xassís inferior i va connectat al motor per una ranura que té el cilindre la tremuja. Per la ranura nomes passa el cable, les capsules no entren en contacte en cap moment amb el motor, però si amb el cable.

Un cop activat el motor l'eix comença a girar i, per tant, la subjecció d'alumini que va a pressió al eix gira amb ell. Per tant, el plat i el regulador comencen a girar ja que formen part de la subjecció. A continuació veurem una imatge per entendre millor la seva connexió entre ells.

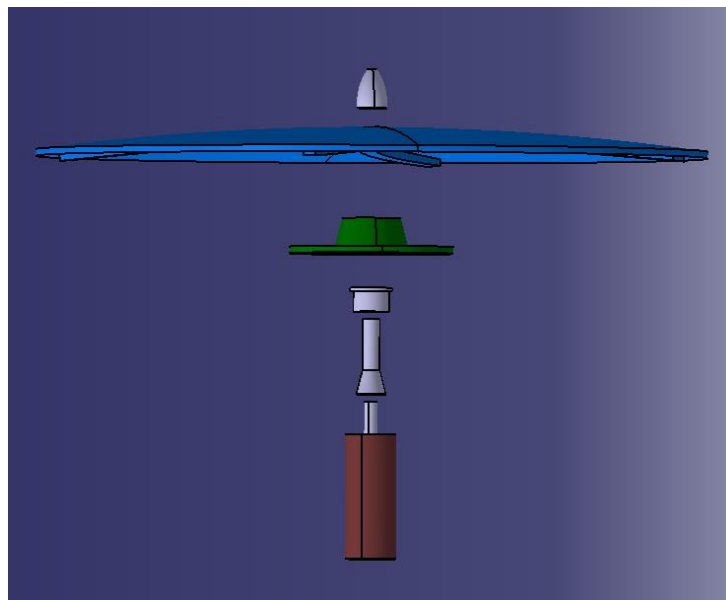


Figura 50. Esclatat del mecanisme de gir

Com es pot apreciar a la imatge superior el plançó va a pressió amb l'eix. Seguidament el tope circular fixa la part inferior del plançó i fa de suport al regulador. Després del regulador va el plat que es recolza en el component mencionat abans. I per últim el cargol, que és l'encarregat de fixar tot els altres components i permetre així el gir de tot el conjunt.

4.10. RENDERS

A continuació veurem uns quants renders del meu drone amb els materials aplicats.



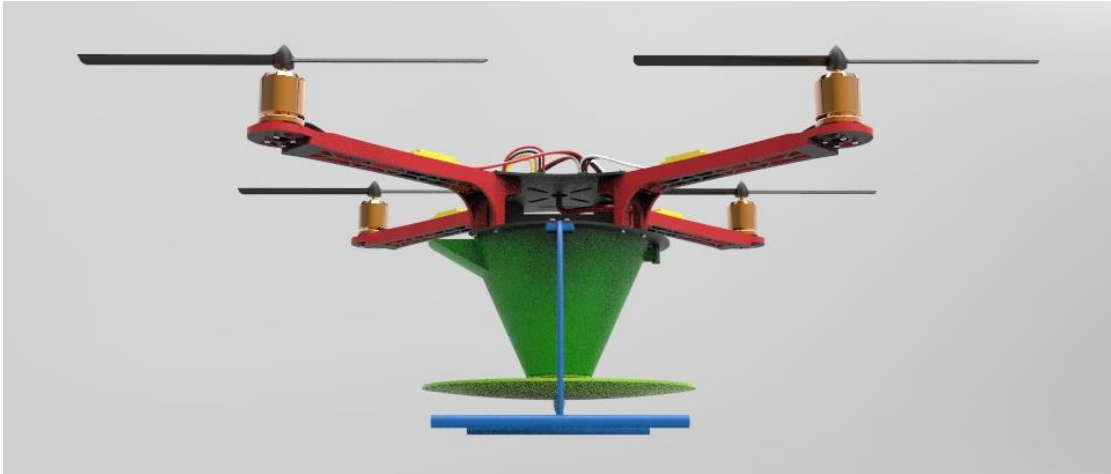


Figura 51. Conjunt de renders

5. SELECCIÓ DEL HARDWARE

A l'hora de seleccionar el hardware, les principals necessitats que hi ha que tenir en compte per fer volar el dron són les següents:

- Determinar quin tipus de motor i característiques són necessaris.
- Seleccionar el circuit que controlarà els motors.
- Determinar quanta potencia i energia fa falta.
- Seleccionar un microcontrolador que sigui capaç de comunicar-se amb els altres i que tingui la suficient capacitat de càlcul per processar la informació.

En els següents apartats veurem cadascun dels components de hardware i perquè han sigut seleccionats.

5.1. MOTORS

La primera decisió serà esbrinar quin tipus de motor em fa falta. Bàsicament hi ha de dos tipus: amb escobillas o sense. Els primers les utilitzen per contactar amb l'eix de rotació del motor, però com a conseqüència aquestes escobillas es desgasten. Per altra banda, els motors sense escobillas, o també anomenats brushless, no tenen connexió física entre les parts elèctriques en moviment. Així doncs, són més eficients i eliminen una gran part del manteniment, però el seu preu és més elevat.

Dins dels motors brushless hi ha de dos tipus: els outrunner i els inrunner.

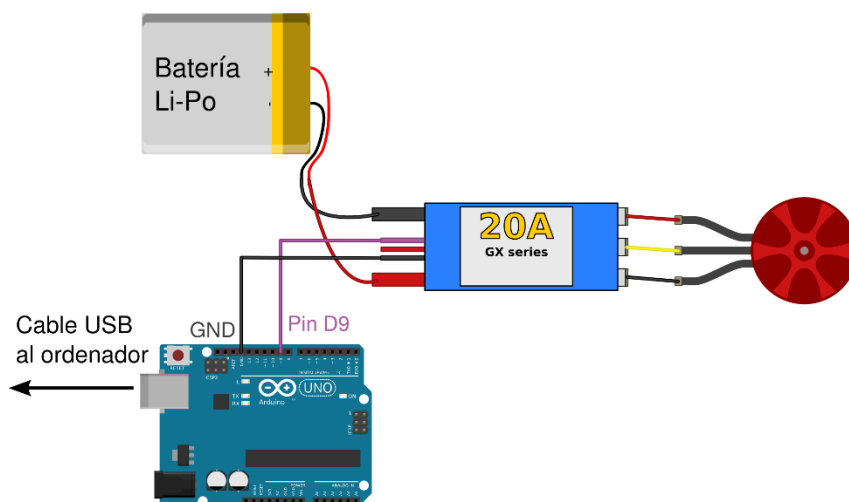
Els outrunner són motors que estan dissenyats per treballar a baixes revolucions en aplicacions d'un elevat torque. La disposició dels imans permanents en aquests tipus de motors estan en la carcassa externa, i el bobinat es troba fixa en la bancada. La zona mòbil del motor és la pròpia carcassa.

Per altra banda, els motors inrunner estan dissenyats per treballar a altes revolucions, en aplicacions d'un par baix. Són similars a un motor DC amb escobillas, però els imans estan fixats al rotor.

En aquest projecte he fet servir motors brushless outrunner ja que la seva principal virtut es que té molta potencia en molt poc pes. Els motors són controlats per una placa electrònica anomenada ESC (Electronic Speed Controler) que generen 3 senyals sinusoidals que serveixen per regular la velocitat. En la següent imatge podem veure la manera de connectar l'electrònica del drone.

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO



Per esbrinar la força que han de fer els motors per enlairar el drone he de calcular el pes total del meu producte i aplicar la següent formula:

$$\text{Embranzida requerida del motor} = \text{pes total drone} \times 2 / 4 \text{ motors}$$

Xassís superior	47g
Xassís inferior	65g
Tremuja	75g
Capsules	1g x 179 = 179g
Plat	70g
Hèlix	6g x 4 = 24g
ESC+cablejat	100g
Braços	35g x 4 = 140g
Regulador de llavors	4g
Porta plats	4g
Bateria	200g
Cargols	9.6g
Motors	47g x 5 = 235
TOTAL	1152.6 g

Cal destacar que es fa una estimació del pes d'alguns components per poder fer el càlcul de l'embranzida.

Aplicant la formula mencionada anteriorment veig que necessito un motor amb una embranzida mínima de 576,6g per cada motor.

5.1.1. MOTOR SELECCIONAT

Per el meu drone necessitaré dos tipus de motors diferents. El primer tipus són els que van a les hèlix per donar la força al drone per enlairar-se i el segon tipus és el que va dins la tremuja, que és l'encarregat de fer girar el plat per escampar les llavors.

El motor que he escollit per les hèlix és el Brushless motor D2826/13 1000KV ja que ens dona la força necessària per poder fer enlairar el nostre drone i a més és un dels més barats del mercat.

Aquest motor, que es troba cargolat als braços, va connectat directament a la placa electrònica ESC per regular la seva velocitat.



Imatge 6. Motor Brushless 1000KV

A continuació posaré una taula amb les característiques més importants d'aquest motor.

Dimensions del motor	∅ 28 mm
Dimensions eix	∅ 3 mm
Pes	50g
Constant KV	1000KV
Max. Treball	150W
Bateria	2-3 Li-Po
ESC	30A
Pull	660g

Per escollir el segon motor primer hàviem de tenir clar els següents detalls:

- Des de quina altura llançaran les llavors el drone?
- A quina distància les llançarà?
- Quin és el radi del plat?
- Quin ha de ser el voltatge d'aquest motor?

Totes aquestes preguntes ja he parlat en apartats anteriors però les tornaré a recordar. La idea es que el drone voli a una altura aproximada de 2 metres d'alçada i volem que les llavors arribin a la distància de 5 metres. En quant al radi del plat definitiu hem vist que té un radi de 105 mm aproximadament. El voltatge del motor m'interessa que sigui de 12 V per que no hi hagi problemes amb les bateries connectades en paral·lel.

Un cop tenim totes les preguntes contestades hem de fer els càlculs, que es poden trobar en l'apartat 6.2. Càlcul velocitat angular, i ens dona que el plat ha de tenir una velocitat angular de 28 rad/s. Al passar aquesta dada a revolucions per minut veig que necessito un motor de 12 V i 300rpm. Però com els motors de 300 rpm són massa grans per al meu disseny ja que van amb reductors, agafaré un de 600 rpm i li faré entrar menys voltatge per aconseguir la velocitat que necessito.

Així doncs meua elecció ha sigut un motor en miniatura que té incorporada una caixa reductora per reduir les revolucions. A més aquest motor té un diàmetre d'eix una mica més gran del que havia pensat inicialment, lo qual ens dona un major equilibri del plat i elimina les vibracions que es podien produir al girar.



Figura 52. Motor plat giratori

La taula de característiques és la següent:

Voltatge	12V
Rang de poder	3~12v
Voltatge d'entrada	12V
Revolucions per minut	600 rpm
Corrent de treball	50 mA
Dimensions	53 x 15 x 15 mm
Pes	30g

Per fer funcionar aquest motor hauríem de programar unes de les entrades buides de la placa controladora per així poder activar o desactivar el gir del motor quan vulguem. Un altra manera més senzilla de fer-ho seria instal·lar un relé i amb un comandament a distancia amb radio freqüències donar l'ordre. L'inconvenient d'aquest últim mètode seria que necessitaríem dos comandaments, un per controlar el drone i un altre petit per controlar el plat giratori.



Figura 53. Mini placa base amb relé i comandament

5.2. ESC (Electronic Speed Controller)

Primer de tot explicarem què és aquest control de velocitat i per a què serveix. És un dispositiu que controla els motors del nostre producte fent que girin a més o menys revolucions per minut.

El ESC seleccionat es un Controlador de velocitat RCTIMER de 30A. Les característiques més importants són les següents:

- Voltatge d'entrada : 6-16,8 V
- BEC: 5V 2amp
- Corrent 30A, corrent màxima 40A.
- Pes 32g
- Dimensions: 36 x 26 x 7 mm.

A més incorpora diversos dispositius de protecció.

- Protecció de baixa tensió: Quan l'entrada de tensió és més baixa que la que esta programada el motor deixa de proporcionar par.
- Protecció de sobreescalfament: Quan la temperatura augmenta per sobre dels 110 graus Celsius, la potencia es reduïda fins el 35%.

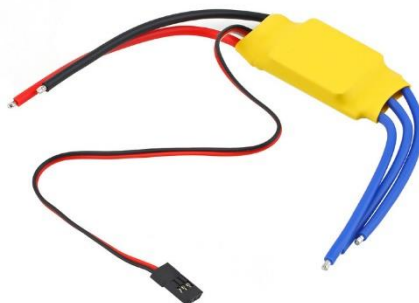


Figura 54. Controlador velocitat

5.3. BATERIA

La bateria és la part més important del nostre producte. És l'encarregada de subministrar l'energia necessària per fer funcionar tot el conjunt. Per això, a l'hora de seleccionar una bateria s'ha de tenir en compte diversos factors:

- Intensitat de descarrega constant.
- La capacitat de la bateria.
- El voltatge de la bateria.

Vaig triar una bateria de Lithium Polymer (LiPo) perquè són capaç de subministrar molta energia en poc tems i per la seva lleugeresa, al contrari d'altres bateries com les

de Plom o Níquel-Cadmi.

La bateria escollida va ser una de 11.1V 2200mAh 3S Lipo ja que per mesures del drone i per les seves característiques és la que em donava un major temps de vol. Per poder augmentar la intensitat que te que subministrar als motors i augmentar també l'autonomia de vol he decidit col·locar dues d'aquestes bateries en paral·lel.



Figura 55. Bateria 2200 mAh

A continuació veurem una taula amb les característiques de la bateria.

Numero de cel·les	3
Dimensions	106 x 32 x 25 mm
Capacitat	2200mAh
Pes	178g
Voltatge entrada	11.1 V

5.4. PLACA CONTROLADORA

Aquest component és el cervell del drone, tota la informació passa per ell i s'encarrega que la resta de components la compleixin.

Com no tinc molta idea de programació he agafat una placa que ja esta programada, encara que si es vol, es pot re programar molt fàcilment. La meva elecció ha sigut la placa controladora CC3D Openpilot ja que és de les plaques més fàcils d'instal·lar i de programar (si es vol) que hi ha.

Les característiques principals són:

- Potent microprocessador STM de 32 bits.
- Giroscopis i acceleròmetres de un alt rendiment sobre els tres eixos.
- Una PCB petita de 36 x 36 mm.
- Software compatible amb Windows, Mac i Linux.
- Suport USB directe, no requereix drivers.
- Pes: 5,7 g



Figura 56. Placa controladora CC3D

5.5. CONCLUSIÓ

Per escollir tota la part del hardware del meu drone primer hem tingut que calcular el pes total del nostre disseny per esbrinar els motors que fan falta per tenir la força suficient per enlairar el drone.

Un cop he tingut decidit els motors es passa a escollir la bateria necessària per alimentar-los i els ESC que regularan la velocitat de les hèlix. Tot va relacionat i és important seguir aquests passos per assegurar-se la compatibilitat dels components entre si i que la relació pes/embranchada dels motors es la correcta, sinó no es podria enlairar o tindria una autonomia molt petita.

Per triar la placa controladora només s'ha de buscar la que millor ens convingui per que el drone faci la funció que volem. En aquest cas s'ha escollit una placa molt senzilla on ja estan programats totes les funcions del producte.

A continuació veurem una taula resum amb tots els components de hardware que he utilitzat en aquest projecte i el perquè de la seva elecció.

COMPONENT	NOM	ELECLECCIÓ
Motor hèlix	Brushless motor 12V 1000KV	Calculant el pes total del drone m'ha sortit que necessitaria un motor amb una embranzida superior a 576g, i aquest motor me la proporciona.
Motor plat	12V 600rpm	He calculat la velocitat angular del drone utilitzant la distancia i l'altura a la que s'han de llançar les llavors. Seguidament aquesta velocitat angular s'ha passat a rpm i aquest motor és el resultat.
Bateria	11.1V 220mAh 3S Lipo	S'ha tingut en compte el corrent que s'ha de subministrar als 4 motors i que pugi suportar la corrent màxima del ESC escollit.
ESC	RCTIMER de 30A	S'ha tingut en compte el corrent màxim del motor escollit i de la bateria, que generalment són de 3 cel·les o 11.1V
Placa Controladora	CC3D Openpilot	S'ha triat una placa molt simple i fàcil d'usar i d'instal·lar. No es tenen en compte les especificacions dels altres components.

6. CALCULS DEMOSTRATIUS

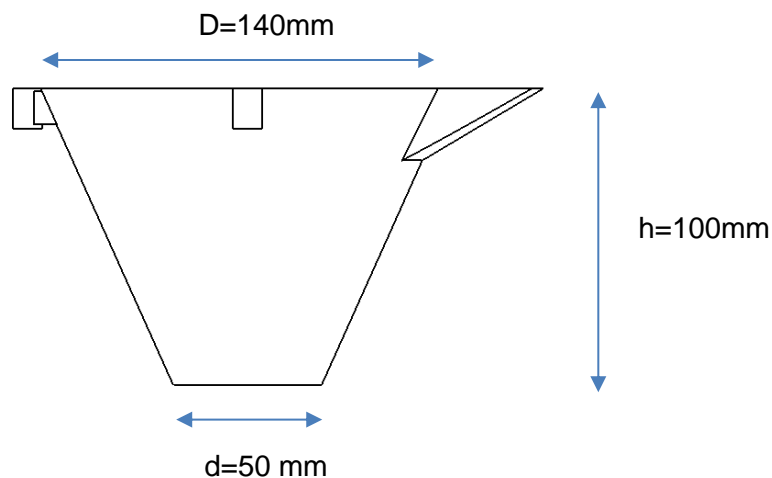
6.1. CALCUL CAPACITAT TREMUJA

Per calcular la quantitat de llavors que pot emmagatzemar la tremuja hem de calcular els volums.

Primerament calcularem el volum de la tremuja, que com és un con tallat utilitzarem la

següent formula:

$$V = \frac{\pi * h}{3} (R^2 + R * r + r^2)$$



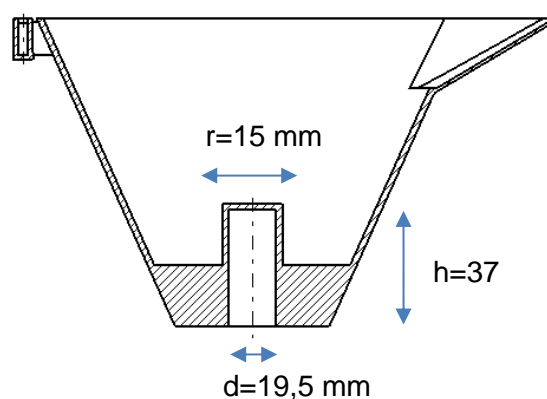
Per tant sabem que $R = D/2 = 70$ mm, $r = d/2 = 25$ mm i l'altura $h = 100$ mm. Substituint a la formula obtenim:

$$V = \frac{\pi * 100}{3} (70^2 + 70 * 25 + 25^2) = 761836.22 \text{ m}^3$$

Amb això he obtingut el volum de la tremuja, però a dins hi ha un petit habitacle cilíndric que és on va el motor que fa rotar el plat. Per tant, he de calcular el volum d'aquest cilindre per després restar-li al volum total que hem calculat abans.

Per calcular el volum d'un cilindre utilitzem la següent formula:

$$V = \pi r^2 * h$$



Així doncs substituint les dades, tenim que el volum del cilindre interior és:

$$V = \pi 9.75^2 * 39.9 = 11916 \text{ m}^3$$

Un cop tenim els dos volums els hem de restar per obtenir com a resultat el Volum total de la tremuja. Cal indicar que els quatre nervis que hi ha els ignorem per aquests

càlculs hi ha que no ocupen un espai significatiu.

$$V_T = V_{\text{TREMUJA}} - V_{\text{CILINDRE}} = 761836.22 - 11916 = 749920.22 \text{ m}^3$$

Ara ens fa falta calcular el volum de les capsules de les llavors. Aquestes capsules, com he comentat anteriorment tenen una forma esfèrica, per tant, la formula a utilitzar és la següent:

$$V = \frac{4}{3} \pi * r^3$$

Així doncs, saben que el radi d'aquestes capsules és de 15 mm:

$$V = \frac{4}{3} \pi * 10^3 = 4188.79 \text{ m}^3$$

Un cop tenim els dos volums que ens interessa només hem de fer una divisió per veure quantes capsules de llavors podria emmagatzemar la tremuja.

$$N^{\circ} \text{ capsules llavors} = V_{\text{total tremuja}} / V_{\text{capsula}} = 749920.22 / 4188.79 = 179 \text{ capsules}$$

6.2. CALCUL VELOCITAT ANGULAR PLAT

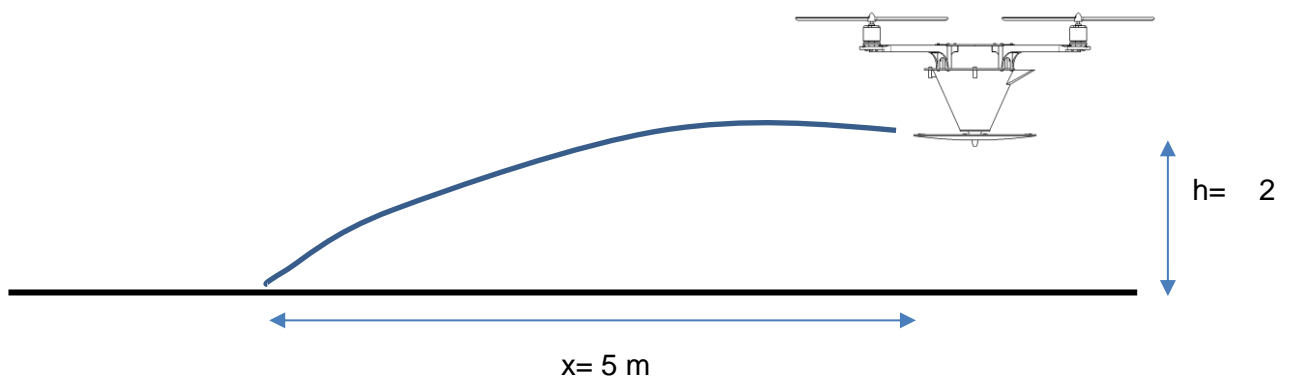
Per calcular la velocitat angular hem de fer servir les formules del llançament parabòlic horitzontal.

$$\begin{aligned} V_x &= V_i * \cos \theta & x &= V_i * \cos \theta * t \\ V_y &= V_i * \sin \theta * g * t & y &= h + V_i * \sin \theta * t - \frac{1}{2} * g * t^2 \end{aligned}$$

Com sabem que l'angle en el que surt la llavor és 0, és tant petit que ho fem negligible, l'equació quedarà de la següent manera:

$$\begin{aligned} V_x &= V_i & x &= V_i * t \\ V_y &= g * t & y &= h - \frac{1}{2} * g * t^2 \end{aligned}$$

Un cop tenim les formules clares sabem que volem llançar les llavors a una distancia de 5 metres des de una altura de 2 m.



El valor de y és igual a 0 ja que quan terra no tindrà altura i la gravetat (g) té un valor de 9.81 m/s².

$$\begin{aligned} 0 &= 2 - \frac{1}{2} * 9.81 * t^2 \\ t &= \sqrt{2.905} = 1.70 \text{ segons} \end{aligned}$$

REDISEÑO DE UN DRON PARA ADAPTARLO A UNA OCUPACIÓN SOCIAL

VICTOR ESTELLER DEUDERO

Un cop tinc els segons que triga a arribar a terra substituïm aquest valor a l'equació de les x. Sabem que el valor de x serà igual a la distància a la que serà llançada la llavor, 5 m.

$$5 = V_i * 1.7$$
$$V_i = \frac{5}{1.7} = 2.94 \text{ m/s}$$

Passem la velocitat lineal a velocitat angular amb la formula:

$$\omega = \frac{V}{R}$$

On la R fa referència al radi del plat (en metres) i la V a la velocitat que he calculat fa un moment.

$$\omega = \frac{2.94}{0.105} = 28 \text{ rad/s}$$

Ara ho passem a revolucions per minut (rpm) i tindrem les revolucions que ha de tenir el meu motor.

$$28 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{60\text{s}}{1\text{min}} * \frac{1\text{vuelta}}{2\pi\text{rad}} = 268 \text{ rpm} \sim 300 \text{ rpm}$$

6.3. CALCUL VELOCITAT LINEAL DEL DRON

Per calcular la velocitat a la que anirà el drone hem de tenir en compte les revolucions per minut del motor i el pas de l'hèlix.

El motor és de 1000KV per volt subministrar i li subministrem 12 V, per tant:

$$\text{Revolució per minut màxima} = 1000 \times 12 = 12000 \text{ rpm}$$

Ara hem de multiplicar el pas de l'hèlix per les rpm calculades abans. La nostra hèlix és 2510, això significa que té una longitud de 25 cm i un pas de 10 cm.

$$V = 12000 \times 0.1 = 1200 \text{ m/min}$$

Es fa la conversió a km/h:

$$1200 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60\text{min}}{1\text{h}} * \frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = 72 \text{ km/h}$$

6.4. CALCUL DEL PES MÀXIM DEL DRON

Per esbrinar el pes màxim que pot suportar el meu drone ens hem de fixar en les característiques dels motors, en especial en l'embranchida que tenen. En el meu cas he escollit uns motors amb una embranzida de 660g cadascun, per tant:

$$\text{Pes màxim} = 660 \times 4 = 2640\text{g} = 2,6 \text{ kg}$$

6.5. CALCUL AUTONOMIA

Per realitzar aquest càlcul només es té en compte el consum dels motors, ja que la resta és despreciable amb el consum d'aquests.

Cal recordar que en el disseny hi ha dos bateries en paral·lel de 2200 mAh amb un voltatge nominal de 11.1 V. Per tant la intensitat total és de 4400 mAh.

$$\text{Consum dels motors a màxima potència} = 11.1 \text{ V} \times 15 \text{ A} = 166.5 \text{ W}$$

$$\text{Consum total dels motors} = 166.5 \text{ W} \times 4 = 666 \text{ W}$$

$$\text{Temps de vol a màxima potència} = \frac{E}{P} = \frac{4400 \times 11.1}{666} = 0.0733 \text{ h} = 4.4 \text{ min}$$

Aquest és el temps que estaria a màxima potència, però a mitja potència podria arribar als 10 min aproximadament.

7. NORMATIVA

7.1. NORMATIVA GENERAL AERONAVES NO TRIPULADAS

Avui dia a Espanya només existeix una regulació específica per l'ús comercial i professional dels drones, però també ha de complir unes lleis més generals e igual d'importants.

7.1.1. Real Decreto-Llei 8/2014 "Regulació per l'ús comercial i professional de aeronaus no tripulades"

Aquesta llei es basa en quatre punts clau que tota empresa que vulgui operar amb drones ha de complir.

- Tipus de Drone. S'estableixen unes categories: Drones amb pes inferior a 2 kg i drones entre 2 i 25 kg. Els primers no fa falta que estén registrats al registre de aeronaus ni disposar de certificat per poder volar-los.
- Espai aeri. Per poder realitzar qualsevol tipus de activitat comercial o civil s'ha d'obtenir un permís de AESA.
- Seguretat. Cada empresa ha de disposar d'un manual d'operacions complimentades seguint l'estàndard proporcionat pel Ministeri.
- Carnet de pilot de Drones. Els pilots destinats han de disposar d'un carnet oficial per l'ús de drones.

Aquesta llei entre els articles 50 i 53 també diu:

- El dron ha de estar sempre a la vista i no superar els 120 metres d'altura.

7.1.2. UE 923/2012 "Reglament de l'aire i disposicions operatives comuns per els serveix i procediments de navegació Aèrea"

- Els drones no poden entrar en zones amb espai aeri restringir (com aeroports), ni en zones de ciutats, parcs, o on passi gent.

7.1.3. Norma Europea SERA.3101

- Cap aeronau es pot tripular negligentment o temeràriament posant en perill la vida o propietats alienes.

7.2. CONDICIONS DE DISSNEY

7.2.1. Disseny Segons norma UNE 66920 “Guia per la gestió del disseny de productes a nivell d’empresa”

A continuació s’exposaran els requisits per una bona gestió segons la norma UNE:

- Compromís sincer i visible per la realització d’un bon disseny de producte per part de la direcció en tots els nivells.
- Objectius clars.
- Recursos necessaris, tant en personal com en equip.
- La provisió d’un sistema d’organització.
- Tenir en compte els competidors.
- Tenir en compte l’activitat e innovacions en altres camps que pugin ser útils.
- Comprensió de les capacitats i limitacions de l’organització.

7.3. NORMATIVA MOTORES ELECTRICOS

7.3.1. IEC 60034-2-1 “Mètodes normalitzats per la determinació de les pèrdues i eficiència a partir d’assajos”

Aquesta norma estableix mètodes per determinar les pèrdues a partir d’assajos, i també especifica l’obtenció de pèrdues específiques. Se aplica a les màquines de Corrent continua, a màquines síncrones i a màquines de inducció.

7.3.2. IEC 60034-31 “Guia per la selecció i el us de motors energèticament eficients”

Ofereix directrius tècniques per l’ús de motors energèticament eficients en aplicacions amb velocitat constant i variable.

7.4. NORMATIVA REFORESTACIÓ

7.4.1. DECRET SUPREM 020-2015 “Reglament per la gestió de les plantacions forestals i els sistemes agroforestals”

8. PRESSUPOST

8.1. COST FABRICACIÓ

Coste Piezas			
Componentes	Piezas	Precio unidad €	Precio Total €
Xassís superior	1	73,85	73,85
Xassís inferior	1	73,85	73,85
Braç	4	17,55	70,2
Hèlix	4	10	40
Tremuja	1	62,3	62,3
Plat	1	41,7	41,7
Regulador llavors	1	5,09	5,09
Motor helix	1 (pack de 4)	26,59	26,59
Motor plat	1	6,97	6,97
ESC	4	5,49	21,99
Placa Controladora	1	7,89	8,89
Bateria	2	12,87	25,74
Subjecció Aluminio	1	12	12
Suport	2	12,4	24,8
Cost total accesorris €			493,97

8.2. PRESSUPOST GENERAL

Per veure la taula de pressupost amb la distribució del treball i el timming anar a l'annex 12.5.

9. PROPOSTA DE MILLORA

Per fer la proposta de millora he analitzat els punts febles del meu producte, que són:

- Velocitat de gir constant del plat
- Poca capacitat per a la velocitat d'escampar llavors
- Una autonomia reduïda

Així doncs, les principals idees que tinc per millorar el producte són les següents:

Primerament, afegiria amb arduino la manera de fer canviar la velocitat del plat amb el comandament. No crec que sigui molt de problema ja que la placa controladora tenia bastants canals i amb una mica de temps es podria programar fàcilment. També es podria programar amb un potenciòmetre, però s'hauria de fer manualment i crec que no resulta tant rentable.

Lo següent seria intentar augmentar la capacitat de la tremuja i baixar una mica la velocitat de gir del plat. així es podria controlar millor a l'hora de sembrar i el rendiment seria molt més elevat.

Per augmentar l'autonomia hauríem de mirar els motors i les bateries, però això significaria fer el disseny més gran. S'hauria de trobar la relació mida/autonomia ideal.

I per últim, havia pensat en posar-li algun tipus de il·luminació per si s'ha de treballar de nit o per els dies que esta núvol, crec que podria ajudar molt a l'hora de treballar amb poca llum.

10. CONCLUSIONS

Després de fer passar hores i hores fent aquest treball puc dir que he après, he gaudit i he patit molt. La part per fer el mecanisme de gir i que estiguessin totes les peces ensamblades és on he patit més, ja que no era capaç de veure-ho. A més la part per decidir els components elèctric també m'ha resultat complicada, ja que no és la meua especialitat. Per això crec que el meu projecte es bastant complert ja que toco molts temes: usuari, producte, disseny, mecanismes, electrònica, càlculs demostratius.

Un cop tinc el producte finalitzat amb totes les seves característiques i tots els càlculs adients puc observar parts positives i parts negatives que tindria el meu drone.

Per començar, exposaré els avantatges que crec que fan d'aquest producte una bona base per a futures investigacions per a continuar amb aquest projecte.

- És molt simple, amb no moltes peces i fàcil de muntar.
- La seva petita mida i el seu baix pes gracies a la baixa densitat dels seus materials fan que sigui molt fàcil de transportar.
- El seu disseny "modular" fa que es pugui utilitzar el mecanisme d'escampar les llavors en qualsevol altre drone del mateix tipus que el meu. A més també es pot desmuntar el mecanisme i utilitzar el drone per qualsevol altra cosa que desitgis.
- La seva rapida manera de escampar fa que pugui cobrir més zones en menys temps.
- El seu baix cost per a la fabricació, a més de ser una manera rapida i molt senzilla.

Els principals desavantatges que té el meu producte són:

- La seva poca capacitat per a les capsules de llavors en comparació amb la rapidesa a la que les llença.
- La seva curta autonomia, encara que la majoria dels drones tenen una curta autonomia, no surt a fabricar un drone per a només 10 minuts d'utilització sense interrupcions.
- No té altres aplicacions, com poden ser pesticides, sistema de reg, etc.
- El plat gira a velocitat constant.

Per concloure aquest treball diré que encara que no hagi complet un dels meus objectius que és que sigui un projecte viable, estic orgullós amb el temps, la dedicació i l'entusiasme amb el que he realitzat aquest projecte. També he de dir que m'ha encantat fer aquest projecte, aprendre sobre el funcionament i el muntatge dels drones i tenir la oportunitat de fabricar el meu prototipus en impressió 3D.

11. BIBLIOGRAFIA

Únicament han de figurar en aquest apartat aquelles referències bibliogràfiques que hagin estat citades al llarg del TFG/TFM. Les entrades o els elements de la llista de referències han de donar-se segons l'esquema general Autor/Títol/Dades de la publicació

Per més informació us recomanem visiteu la pàgina web de Publica (que fa referència a l'elaboració de referències bibliogràfiques: <http://publica.upc.edu/ca/estil/iso690>)

Exemples:

CARDONA, S. Teoria de màquines. Barcelona, Edicions UPC, 2000, p. 99-105

GUTOWSKI, T.G., DYM, C.L. Propagation of ground vibration: a review. Journal of Sound and Vibration. Vol. 49(2), 1976, p. 179-193.